

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
“КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО”

Інженерно-хімічний факультет

Кафедра машин та апаратів хімічних і нафтопереробних виробництв

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри МАХНВ
_____ Я.М. Корнієнко
(підпис)
“ ____ ” _____ 2018 р.

МАГІСТЕРСЬКА ДИСЕРТАЦІЯ

на здобуття освітнього ступеня магістр

з спеціальності: 133 Галузеве машинобудування

спеціалізація: Інжиніринг, комп’ютерне моделювання та проектування обладнання хімічних і нафтопереробних виробництв

на тему: Модернізація установки виробництва спіненого полістиролу з розробкою екструдера та формуючого інструменту

Виконав студент 6-го курсу, групи ЛН-71мп

Гребелюк Ілля Васильович

(підпис)

Керівник проекту ст. викл. Я.Г. Двойнос

Консультанти:

(підпис)

охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях

канд. техн. наук, доц. І.М. Ковтун

(підпис)

розробка стартап-проекту

доц., канд. економ. наук Н.В. Юдіна

(підпис)

технологія виготовлення основи матриці

ст. викл. Я.Г. Двойнос

(підпис)

автоматичний контроль і керування процесом

ст. викл., канд. техн. наук А.Р. Степанюк

(підпис)

Рецензент

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

(підпис)

Засвідчую, що у цій магістерській дисертації
немає запозичень з праць інших авторів без
відповідних посилань.

Студент _____ І.В. Гребелюк

Київ – 2018

Зміст

Перелік скорочень, умовних позначень та термінів.....	14
Вступ.....	15
1 Призначення та область використання лінії XPS	16
1.1 Опис технологічного процесу	17
1.2 Вибір типу апаратів, їх місце в лінії	18
2 Технічна характеристика.....	19
3 Опис та обґрунтування обраної конструкції апаратів.....	22
3.1 Конструкція і принцип дії апаратів, основних складальних одиниць та деталей	22
3.2 Порівняння основних показників конструкцій з аналогами	24
3.3 Вибір матеріалів.....	26
3.4 Патентний огляд конструкцій	27
4 Розрахунки, що підтверджують працездатність та надійність конструкції. 40	
4.1 Параметричний розрахунок зони живлення черв'ячного екструдера	40
4.2 Розрахунок перепадів тисків формуючого інструмента(головки)	48
4.2.1 Розрахунок перепадів тисків на статичному змішувачі	50
4.3 Розрахунок розмірів колектора листувальної головки	51
4.4 Розрахунок корпусу розплавлювача	55
4.5 Вибір упорного підшипника	57
4.6 Розрахунок на надійність шліцьового евольвентного з'єднання	58
4.7 Розрахунок фланця	61
4.8 Розрахунок болтового з'єднання.....	62
4.9 Розрахунок привода.....	64
4.10 Розрахунок ремінної передачі з полікліновим ременем	65
5 Охорона праці і безпека в надзвичайних ситуаціях	69
5.1 Електробезпека.....	69

5.2 Занулення та захисне відключення	70
5.3 Безпека впливу частин, що рухаються і обертаються.....	71
5.4 Виробниче освітлення	72
5.5 Шум і вібрація	73
5.6 Повітря робочої зони	74
5.7 Надзвичайні ситуації	77
5.8 Безпека при експлуатації балонів	81
6 Рекомендації по виготовленню, монтажу, експлуатації та технічному обслуговуванню.....	83
6.1 Монтаж.....	84
6.2 Підготовка лінії до роботи і порядок роботи.....	87
7 Рівень стандартизації та уніфікації	97
8 Розроблення стартап проекту	99
8.1. Опис ідеї проекту	99
8.2 Технологічний аудит ідеї проекту.....	102
8.3 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту.....	104
5.4 Розроблення ринкової стратегії проекту	114
8.5 Розроблення маркетингової програми стартап-проекту.....	116
8.6. Висновки	122
Висновки	123
Перелік посилань.....	126
Додаток А Технологія виготовлення корпусу упорного підшипника.....	139
Додаток Б Автоматизація черв'ячного екструдера.....	150
Додаток В Документація до патентного дослідження.....	160
Додаток Г Комп'ютерний розрахунок елементів апарата.....	170
Додаток Д Патенти, які використані в патентному дослідженні.....	244
Додаток Е Публікацій автора.....	267

Перелік скорочень, умовних позначень та термінів

Умовні позначення:

$e, м$ – ширина гребня черв'яка;

$W_{\beta}, м$ – ширина каналу;

$D_s, м$ – діаметр сердечника черв'яка;

$\rho_b, \frac{кг}{м^3}$ – насипна щільність сировини;

$\delta, град$ – ефективний кут тертя гранул;

$\rho_n, \frac{кг}{м^3}$ – влативості гранул як сипучого матеріалу;

$f_{\omega}, град$ – статичний коефіцієнт тертя в загрузочному бункері;

$\alpha, град$ – кут конуса конічної частини;

$D_{bu}, м$ – діаметр загрузочного бункера;

$e, м$ – ширина гребня черв'яка;

$D_b, м$ – діаметр черв'яка в зоні гомогенізації;

$H, м$ – глибина каналу;

$n, \frac{об}{хв}$ – частота обертання черв'яка;

$G, \frac{кг}{год}$ – продуктивність;

					ЛН71мп. 703723.001ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

Вступ

Зростання виробництва і споживання композиційних листів обумовлено високою ефективністю їхнього застосування, вигідним сполученням технологічних і робочих властивостей, експлуатаційною надійністю і взаємозамінністю з виробами з традиційних матеріалів.

Галузь полімерного машинобудування розвивається швидкими темпами, при цьому зважаються питання підвищення продуктивності устаткування і якості виготовлених полімерних виробів.

Метою даного дипломного проекту є модернізація лінії виробництва спіненого полістиролу з розробкою екструдера та формуючого інструменту. З цією метою передбачено виконання необхідних розрахунків екструдера та головки.

Робота включає аналіз технологічного процесу з описом та обґрунтуванням обраних конструкцій апаратів та їх місце в технологічній схемі, технічні характеристики основних апаратів установки, опис та обґрунтування обраних конструкцій апаратів та їх місце в технологічній схемі, конструкції і принцип дії апаратів, основних складальних одиниць та деталей, порівняння основних показників обраних конструкцій з аналогами, вибір матеріалів елементів конструкцій апаратів, патентний огляд конструкцій основного обладнання установки, проведення розрахунків, що підтверджують працездатність та надійність конструкцій апаратів, охорону праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях, рекомендації щодо їх монтажу та експлуатації, рівень стандартизації та уніфікації, визначення очікуваних техніко-економічних показників застосування установки, розробку та описання технологічного процесу виготовлення деталі (кришка) та схеми автоматичного керування технологічним процесом установки.

Завдання на проектування одержано 3 вересня 2018 року.

					ЛН71мп.703723.001ПЗ	Арк.
						15
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 Призначення та область використання лінії XPS

Лінія для виробництва листів з спіненого полістиролу, продуктивністю 400 кг/год. (далі лінія XPS).

Основною сировиною служать гранули і відходи полістиролу та спінюючий агент – фреон R22, суміш легких фреонів, або діоксид вуглецю.

Область використання лінії – заводи по виробництву листів з XPS.

Лінію можуть використовувати підприємства будівельної індустрії, місцеві галузі промисловості, або у автомобільній індустрії.

Листи із полімерних матеріалів – полістиролу, успішно використовуються в області будівництва. В якості красивого і стійкого до навколишнього середовища матеріалу широко застосовується для утеплення будівель, меблів, транспортних засобів різного призначення. Сфера використання плит з спіненого полістиролу постійно збільшується.

Завдяки високій ефективності застосування композиційних листів, вигідним сполученням технологічних і робочих властивостей, експлуатаційною надійністю і взаємозамінністю з виробами з традиційних матеріалів – зростають виробництва і їх споживання.

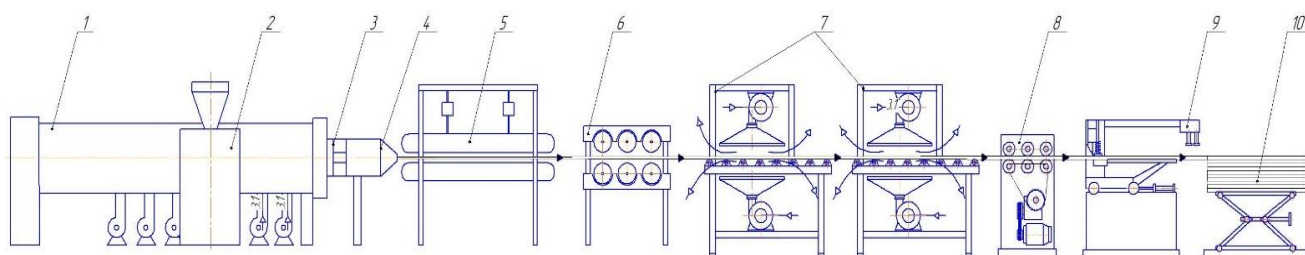
Лінія дає змогу отримати:

- широкий спектр властивостей листів завдяки можливості зміни полімерного складу матеріалу;
- велику економічність процесу завдяки повторному використанню вторинних матеріалів і суміші легких фреонів;
- вирішенню питань що до екологічних проблем завдяки утилізації і переробки відходів.
- високі експлуатаційні якості готового продукту;

					ЛН71мп.703723.001ПЗ	Арк.
						16
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.1 Опис технологічного процесу

Лінія, показана на рисунку 1.1, включає в себе розтоплювач ЧР90х30 (позиція 2) з установленим на ньому бункером для гранул полістиролу, екструдер черв'ячний спеціальний (позиція 1), перехідник 3 для формуючої головки 4; далі в технологічній послідовності розташовується калібр – 5, після нього тягнучий пристрій 6, рольганг 7 з обладнанням для обдування листа й пристроєм для обрізки кромки; тягнучий пристрій 8; ріжучий пристрій 9 і штабельор 10.



1 – екструдер охолоджувач; 2 – розтоплювач черв'ячний; 3 – перехідник;
4 – формуюча головка; 5 – калібр; 6 – вальці; 7 – рольганг; 8 – тягнучий
пристрій; 9 – ріжучий пристрій; 10 – штабельор;

Рисунок 1.1 – Лінія для виробництва композиційних листів,
продуктивністю 400 кг/год.

Виробництво листа (плити) з спіненого полістиролу починається з того що полістирол у вигляді гранул, з розмірами частинок не більш 5 мм, завантажувачем подається в бункер черв'ячного розтоплювача. Далі відбувається стадія плавлення і нагнітання в другому екструдері; розчинення газу (спінюючий агент – фреон R22, суміш легких фреонів, або діоксид вуглецю) при високому тиску і температурі, після чого розплав потрапляє до першого екструдера охолоджувача, де температура підтримується автоматично $\pm 5^{\circ}\text{C}$. Приготовлений однорідний розплав полімеру поступає через перехідник у формуючу головку.

Сформований матеріал у вигляді листа із головки поступає в зазор між

					ЛН71мп.703723.001ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

пластинами калібру, де формується та попередньо охолоджується на поверхні. Лист, таким чином, калібрується, охолоджується, глянцюється його поверхня і транспортується. З калібру лист знімається відбірними валками і передається на рольганг для подальшого охолодження за рахунок природної конвекції й примусового охолодження, обдування повітрям, від пристроїв охолоджуючих, закріплених на двох секціях рольганга.

Далі лист поступає в пристрій обрізки кромek, визначається його ширина і лист поступає на гумовані валки тягнучого пристрою, які підтримують лист в натягнутому стані до його кристалізації (затвердіння) і охолодження до необхідної температури. Після тягнучого пристрою лист поступає на різку поперечну, де ріжеться на мірні частини і далі складається складником в стопу на штабельор, з якої стопа може бути знята вантажопідйомним механізмом і відправлена на склад готової продукції.

1.2 Вибір типу апаратів, їх місце в лінії

Задачею розплавлювача є отримання однорідного полімерного розплаву і подача його під тиском в завантажувальну частину екструдера охолоджувача. Було обрано одночерв'ячний тип розтоплювача, який має позицію 2 на технологічній схемі лінії і знаходиться перед екструдером 1 (рисунок 1.1), який виконує поставлену задачу.

Задачею формуючої головки є отримання від одночерв'ячного екструдера охолоджувача композиційного розплаву, розподілення і видачі його у вигляді листа шириною до 600 мм і товщиною від 20 до 50 мм. Було обрано формуючу головку екструдера для формування композитних полімерних листів, яка має позицію 4 на технологічній схемі і знаходиться після екструдером 1 (рисунок 1), яка виконує поставлену задачу.

Висновок. Вибір типу конструкцій апаратів забезпечують якісне виконання технологічного процесу і виконують поставлені задачі.

					ЛН71мп.703723.001ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

2 Технічна характеристика

Технічна характеристика лінії наведена в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Технічна характеристика лінії

Назва параметру	Значення параметру
1	2
Продуктивність, кг/год	
по пластикації полістиролу	400
Лінійна швидкість листа, м/хв	0,4-3
Розміри формуючої щілини головки, мм	
ширина	600
товщина	2,0-5,0
Довжина полімерних листів, мм	150-2000
Витрата води, м ³ /год	240
Тиск води, МПа	0,4-0,6
Температура води, °C	15-20
Габаритні розміри, мм:	
довжина	20984
ширина	4950
висота	3825
Маса, кг,	17000

Основні параметри екструдера наведені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Основні параметри екструдера

Найменування параметру	Значення параметру
Номінальний діаметр черв'яка, мм	90
Відношення робочої довжини черв'яка до його діаметра	30
Максимальна продуктивність, кг/год	
по поліетилену	500

					ЛН71мп.703723.001ПЗ	Арк.
						19
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 2.2

по полістиролу	500
Частота обертання черв'яка, об/хв.	16-160
Енергопостачання	
по мережі трифазного змінного струму	
напругення силової мережі, В	380
напругення ланцюгів управління, В	220
частота, Гц	50
по воді технічній	
тиск, МПа	0,3-0,4
витрата, м ³ /год	0,4
Потужність, кВт	
головного приводу	100
електронагрівачів	12,7
допоміжних приводів	0,8
Габаритні розміри вальців, мм	
довжина	5060
ширина	1490
висота	2435
Маса, кг	5320

Основні параметри формуючої головки наведені в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Основні параметри формуючої головки

Найменування параметру	Значення параметру
Розміри формуючої щілини, мм	
ширина	600
висота	4..7,5

					ЛН71мп.703723.001ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

Продовження таблиці 2.3

Діапазон робочих температур, °C	80-220
Нагрів – електронагрівачі трубчаті патронного типу	
Кількість зон терморегулювання	5
Габаритні розміри вальців, мм	
довжина	1330
ширина	449
висота	414
Маса, кг	157

					ЛН71мп.703723.001ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

3 Опис та обґрунтування обраної конструкції апаратів

3.1 Конструкція і принцип дії апаратів, основних складальних одиниць та деталей

3.1.1 Черв'ячний розплавлювач

Розплавлювач зібраний на рамі і складається з наступних основних вузлів: корпусу, черв'яка, бункера, водяної комунікації, системи підігріву і охолодження корпусу, редуктора і електродвигуна постійного струму.

Схема ЧР показана на рисунку 3.1.

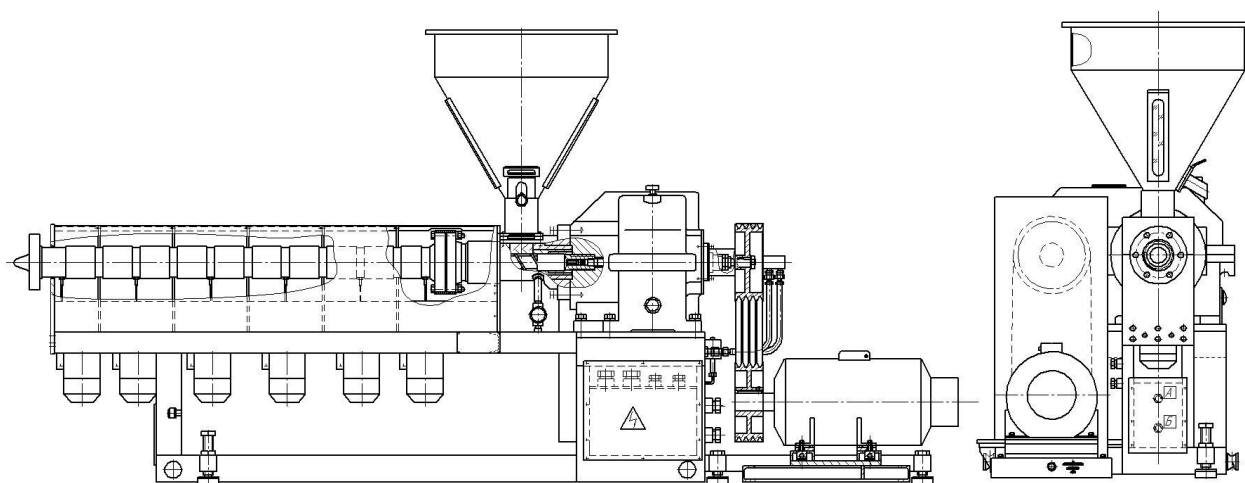


Рисунок 3.1 – Схема черв'ячного розплавлювача ЧР90х30

Корпус розплавлювача має три зони: транспортування, плавлення і дозування. Фланці корпусу встановлюються на різьбі.

Основний робочий орган розплавлювача – черв'як. Для з'єднання з редуктором на хвостовику черв'яка виконуються шліци, а для його охолодження внутрішній отвір по всій довжині, закритий з одної сторони наконечником.

Корпус з допомогою фланців з'єднаний з завантажувальною ємністю, яка виконується зварною і має горловину для з'єднання з бункером. Всередині ємності встановлена азотована гільза і зміцнююча бронзова втулка.

Зовні ємність має рубашку для її охолодження водою.

Бункер встановлено на ємності з допомогою фланців. В місці з'єднання

					ЛН71мп.703723.001ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

бункера змонтовано шибер для регулювання потоку гранул. Бункер має оглядові вікна і точку відбору гранул, яка закривається заслінкою. Водяна комунікація забезпечує підвід охолоджуючої води до завантажувальної ємності і черв'яка, регулювання витрати і злив.

Система підігріву і охолодження корпусу включає електронагрівачі, встановлені по зонах і вентилятори для охолодження зон повітрям.

Редуктор приводу розплавлювача має вмонтований опорний підшипник для сприймання осьових зусиль черв'яка. Він жорстко з'єднується з фланцем завантажувальної ємності, а на швидкохідному валу має шків клиноремінної передачі, з'єднуючої його з валом електродвигуна постійного струму.

Електродвигун постійного струму встановлено на плиті, яка має можливість опускатися, здійснюючи натяг клинових ременів.

З метою розширення технологічних можливостей розплавлювач укомплектовано змінними черв'яками.

3.1.2 Формуюча головка екструдера

Головка формуюча складається з плит верхньої і нижньої, боковин, регулювальної губки, кожуха з фланцями, електронагрівачів.

Схема формуючої головки показана на рисунку 3.2.

Регулювальна губка кріпиться у верхній плиті і має можливість з допомогою спеціальних гвинтів переміщуватися по нахиленій поверхні і, таким чином, регулювати формуючу щілину.

До екструдера головка формуюча кріпиться з допомогою спеціального кожуха і фланців через перехідник.

Обігрів плит головки формуючої здійснюється з допомогою нагрівачів типу ТЕН, а кожуха – з допомогою електронагрівачів опору. Кількість температурних зон – шість (п'ять на плитах і одна на кожусі).

					ЛН71мп.703723.001ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

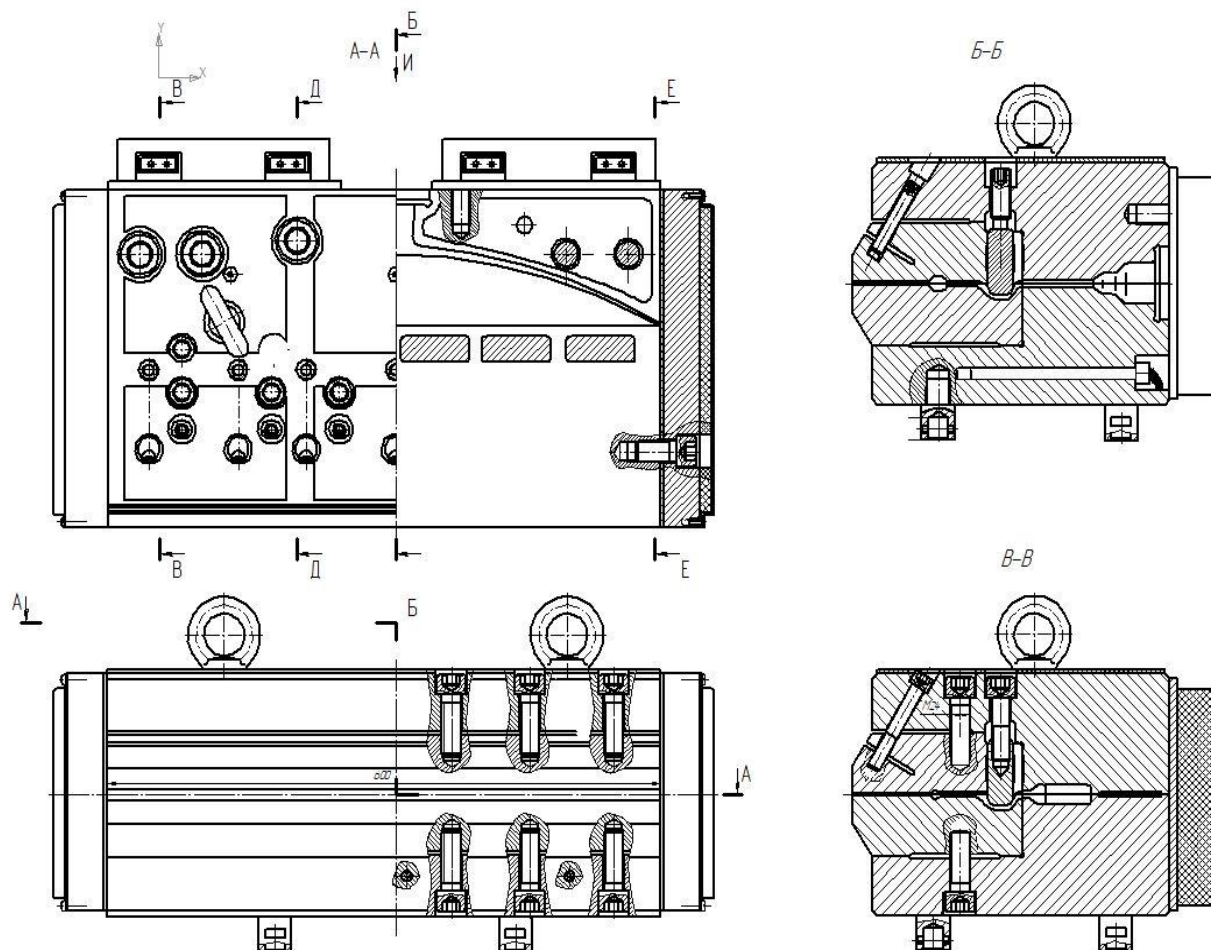


Рисунок 3.2 – Схема формуючої головки екструдера

3.2 Порівняння основних показників конструкцій з аналогами

3.2.1 Порівняння основних показників екструдера з аналогами

Варіант №1. Проектований одночерв'ячний розплавлювач ЧР90х30.

Варіант №2. Дисковий екструдер ЛГП-150 [3].

Варіант №3. Двочервячний екструдер МТ-40 [4].

Варіант №4. Конічний двочервячний екструдер SJSZ51/105 [4].

Порівняння з аналогами знаходиться в таблиці 3.4.

					ЛН71мп.703723.001ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

Таблиця 3.4 – Порівняння з аналогами

Варіанти	Складність конструкції, бали	Встановлена потужність, кВт/бали	Продуктивність, кг/год	Маса екструдера, т	Кількість балів
№1	5	37 (5)	400 (5)	2,5 (4)	19
№2	3	45 (3)	140 (5)	2 (5)	16
№3	2	40(4)	140 (5)	3,5 (2)	13
№4	2	40(4)	140 (5)	3,0 (3)	14

У порівнянні з аналогами екструдер проектованої лінії має більш просту конструкцію при менших витратах електроенергії при однаковій продуктивності.

Висновок: перший варіант є найкращим по обраним критеріям якості.

3.2.3 Порівняння основних показників головки екструдера з аналогами

Варіант №1. Проектована формуюча головка для листів з спіненого полістиролу.

Варіант №2. Формуюча головка для полімерних листів KUHNE [5].

Варіант №3. Формуюча головка для поліпропіленових листів [6].

Варіант №4. Формуюча головка для полімерних листів [7].

Порівняння з аналогами знаходиться в таблиці 3.5.

					ЛН71мп.703723.001ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

Таблиця 3.5 – Порівняння з аналогами

Варіанти	Складність конструкції, бали	Можливість регулювання товщини листа, бали	Гідравлічний опір, МПа	Продуктивність, кг/год	Кількість балів
№1	3	5	3 (5)	280 (5)	18
№2	5	3	4 (3)	280 (5)	16
№3	3	4	3,5 (4)	280 (5)	16
№4	3	4	3 (5)	280 (5)	17

У порівнянні з аналогами формуюча головка проектованої лінії має більш складну конструкцію, але вона виготовлена спеціально для листів з спіненого полістиролу, і має менший гідравлічний опір.

Висновок: перший варіант є найкращим по обраним критеріям якості.

3.3 Вибір матеріалів

Основними вимогами, яким мають відповідати апарати, є механічна надійність, довговічність, конструктивна досконалість, легкість виготовлення, зручність транспортування, легкість монтажу та експлуатації.

У полімерній промисловості умови роботи апаратів пов'язані з широким діапазоном температур і тисків. Полістирол, що нагрівається має невисоку хімічну агресивність, але продукти деструкції містять незначну кількість оцетової кислоти. Тому застосовую матеріали, що відповідають умовам роботи апарату.

Згідно з [8] обираю виконання робочих органів екструдера та головки, які контактують з розплавом Сталь 40Х за ГОСТ 19282–73 [9] з твердим покриття хрома згідно ГОСТ 9.306–85 [10]. Рубашки екструдера, колектор системи терморегуляції валків з високолегованої сталі 12Х18Н10Т згідно ГОСТ 5632–72 [11]. Шнек виготовляється зі сталі 38ХМЮА згідно ГОСТ 5949–75 [12] і має азотовану поліровану зовнішню поверхню згідно ГОСТ 9.306–85 [10]. Гільза

					ЛН71мп.703723.001ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

розплавлювача виконується із сталі 38ХМЮА згідно ГОСТ 5949–75 [12] і має азотовану поліровану внутрішню поверхню згідно ГОСТ 9.306–85 [10]. Кожуха та сходи, бункера виконую зі сталі 10 [13].

Згідно [14] фланець екструдера та корпус упорного підшипника, виконую зі сталі 40Х згідно ГОСТ 4543–71 [15].

Відповідальні болти згідно ОСТ 92–0718–72 [16] виконую зі сталі 30ХГСА згідно ГОСТ 4543–71 [15].

Згідно [17] для опорних лап і підкладних листів обираю сталь ст3 за ГОСТ 380–2005 [18].

Згідно [16] болти корпусних елементів виконую зі сталі ст3 за ГОСТ 380–2005 [18].

Згідно [19] гайки до них виконую зі сталі ст3 за ГОСТ 380–2005 [18].

Згідно [20] шайби виконую зі сталі ст3 за ГОСТ 380–2005 [18].

Згідно [21] прокладки на редуктори та колектори виконую з пароніту ПОН за ГОСТ 481–80 [22].

3.4 Патентний огляд конструкцій

Для знаходження об'єктів порівняння та перевірки патентної чистоти і актуальності конструкції був зроблений патентний пошук по таких країнах: Україна, Російська Федерація, Об'єднані Штати Америки, Китай, Корея, Європейський Союз, Японія.

3.4.1 Патентний огляд конструкцій екструдера

Авторами патенту [23] запропоновано конструкцію шнекового екструдера для переробки полімерних матеріалів що містить елемент Меддока та центральний отвір з трубою подачі охолоджуючої рідини, що схематично позначено на рисунку 3.3.

Екструдер працює наступним чином.

					ЛН71мп.703723.001ПЗ	Арк.
						27
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Шнек екструдера для переробки екструзійних матеріалів працює таким чином. До заготовки шнека 1 прикріплена на різьбі деталь 2, яка містить елемент Меддока, до якої різьбовим з'єднанням кріпиться конус 3 з фасками під ключ для затягування різьби. Дві різьби виготовлено з лівим напрямком щоб запобігти самотійному відкручуванню, а заготовка шнека містить наскрізний центральний отвір. Шпонки 4 служать для передачі крутного моменту обертання шнека. Через трубу меншого діаметра 5 охолоджуюча рідина потрапляє у порожнину деталі, на якій зроблено елемент Меддока, та охолоджує її зсередини, після чого потрапляє у зазор між трубами 5 та трубою

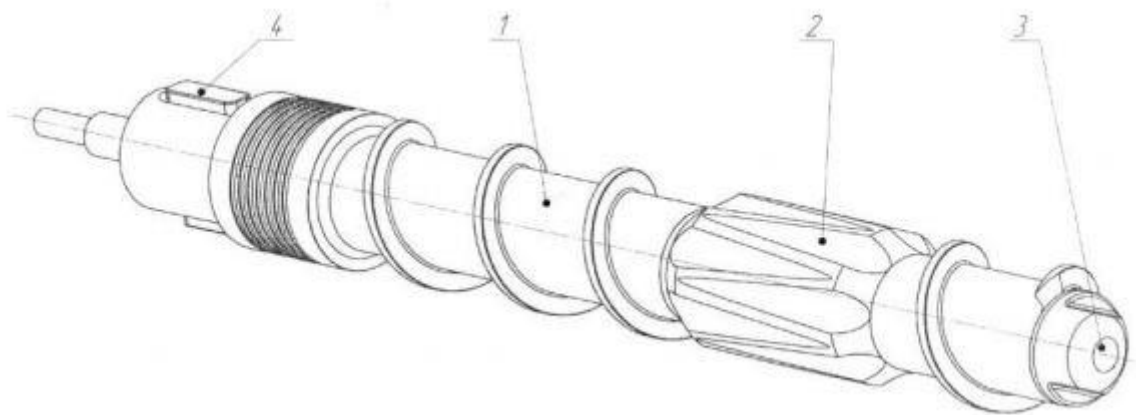


Рисунок 3.3 – Конструкція шнека

більшого діаметра 6, і повертається назовні шнека. Завдяки прокладкам 7 та 8 охолоджуюча рідина, наприклад вода, не потрапляє у порожнину між трубою більшого діаметра 6 та поверхнею центрального отвору шнека.

Переваги.

Інтенсифікування диспергуючого змішування та отримання якісних гомогенізаційного розплаву в'язких полімерних матеріалів та їх композицій.

Недоліки.

Конструкція є складною, перегрів матеріалу.

					ЛН71мп.703723.001ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

Авторами патенту [24] запропоновано конструкцію черв'ячного екструдера для переробки екструзійних матеріалів, що схематично зображений на рисунку 3.4.

Шнек працює наступним чином.

Полімер при обертанні шнека розігрівається, ущільнюється, плавиться і переміщається в зону дозування С, де тиск матеріалу в об'ємі кожного наступного по ходу матеріалу витка гвинтового каналу 1 більше, ніж в об'ємі попереднього. Під дією цього перепаду тиску виникає зворотний потік розплаву (потік витоків) через зазор гребінь шнека – корпус екструдера, прогресуючий при зносі зазначених деталей, що негативно позначається на загальній продуктивності шнекової машини (екструдера). Однак потік витоків зустрічає на своєму шляху гвинтові канавки 3, які є для нього додатковим гідравлічним опором. Крім того, спіральні порожнини 4 канавок 3 здатні, як і гвинтовий канал 1, нагнітати надмірний тиск у власних порожнинах 4, що протидіє дії перепаду тиску між сусідніми витками гвинтового каналу 1. Перепад тиску між сусідніми об'ємами витків гвинтового каналу 1, викликає

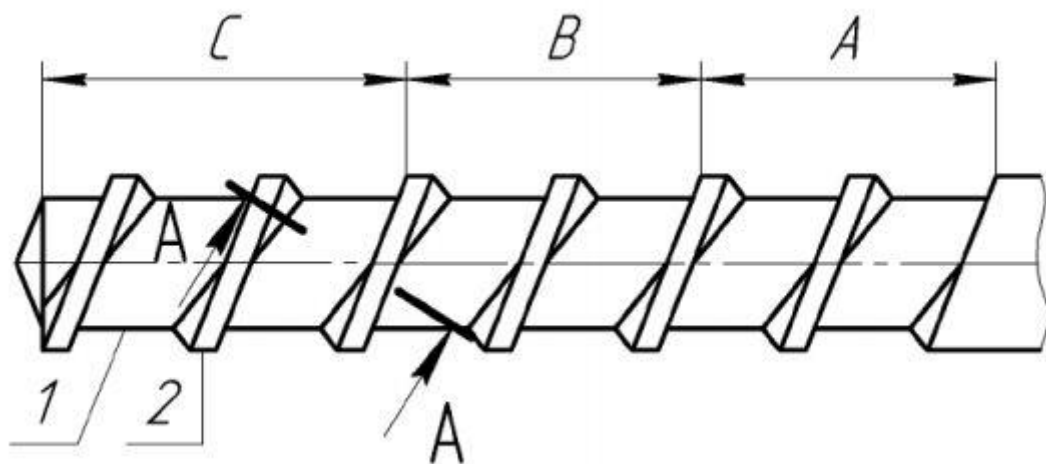


Рисунок 3.4 – Схема екструдера

виток полімеру, може проявлятися і в інших зонах шнека, наприклад в зонах А, В. Тому гвинтові канавки 3 можуть виконуватися і в інших зонах, наприклад по всій довжині гребеня гвинтової нарізки.

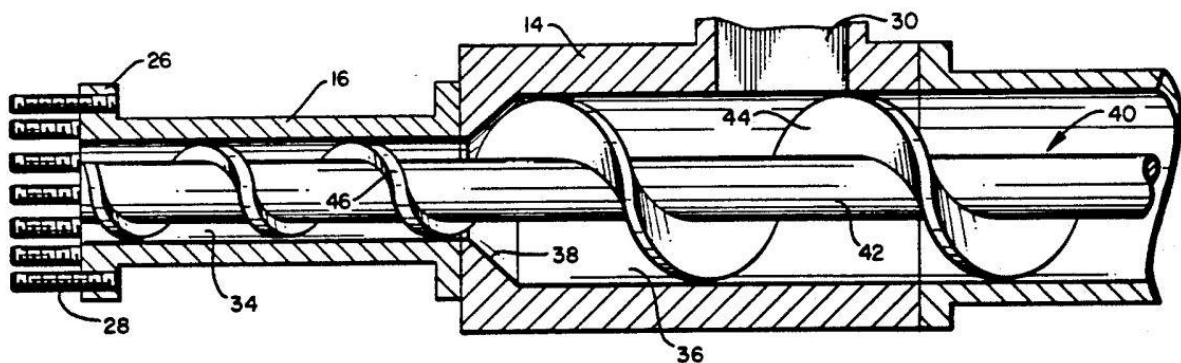
Переваги.

Підвищена продуктивність екструдера і збільшений термін міжремонтних періодів.

Недоліки.

Суттєвим недоліком цієї конструкції є перегрів розплаву полімеру.

Авторами патенту [25] запропоновано конструкцію черв'ячного екструдера для перероблення композитних матеріалів, що схематично зображений на рисунку 3.5.



16 – барабан; 42 – черв'як; 46 – спіральна гвинтова нарізка; 40 – черв'як;
36 – випрямне ребро; 34 – зона підвищення тиску; 28 – зона випрямлення;
30 – канал подачі; 26 – порт виходу екструдата; 40 – напрямок екструзії

Рисунок 3.5 – Схема екструдера

Екструдер працює наступним чином.

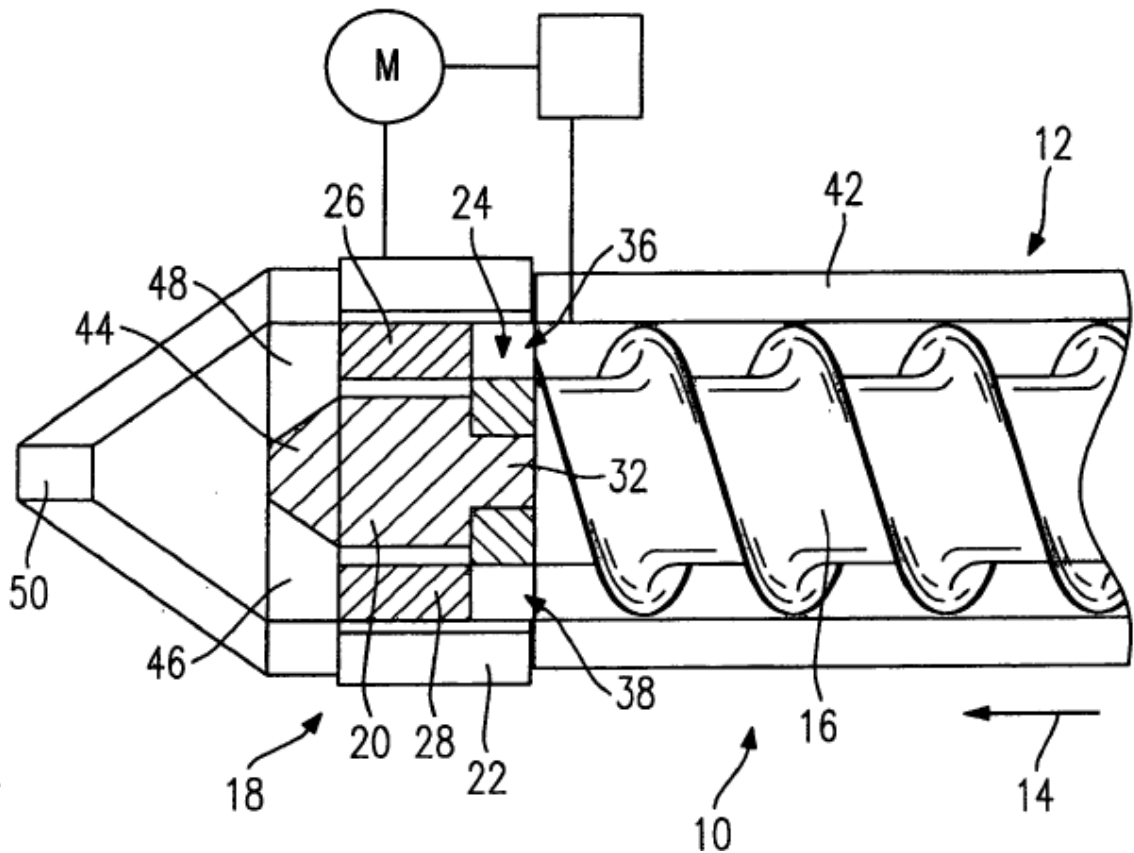
Матеріал подається в канал подачі 30 барабана екструдера 14. В барабані 14 матеріал замішується черв'яком 40 і обертаючись подається під тиском в порт виходу екструдата 28. Черв'як 40 має спіральну гвинтову нарізку 44 у зоні підвищення тиску 34, а також має випрямні ребра 36 у зоні випрямлення 28.

Переваги.

Висока якість виробу.

					ЛН71мп.703723.001ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

Авторами патенту [26] запропоновано конструкцію черв'ячного екструдера, що схематично зображений на рисунку 3.6.



10 – пристрій екструдера; 12 – шнековий екструдер;
14 – напрямок протікання процесу; 16 – шнек; 18 – планетарний насос;
20 – сонячна шестерня; 22 – зовнішнє кільце; 24 – водило;
26, 28 – планетарні зубчасті колеса-сателіти; 32 – приводний вал;
36, 38 – заглиблення; 42 – корпус; 44 – підшибник; 46, 48 – стійки; 50 – вихід

Рисунок 3.6 – Схема екструдера

Екструдер працює наступним чином.

Пристрій екструдера 10 складається з шнекового екструдера 12 та планетарного насоса 18. Матеріал рухається в корпусі 42 за допомогою шнека 16. За допомогою планетарного насосу 18 створюється тиск, що просуває матеріал до виходу 50.

Переваги.

Збільшена продуктивність і якість процесу екструзії.

Недоліки.

Ускладнене конструктивне виконання та необхідність в додатковому обладнанні.

Авторами патенту [27] запропоновано конструкцію черв'ячного екструдера для перероблення полімерних матеріалів, що схематично зображений на рисунку 3.7.

Екструдер працює наступним чином.

Матеріал, що підлягає переробленню, подають у завантажувальний бункер порожнистого корпусу 1, де він захоплюється різьбою черв'яка 4 і далі робочим каналом транспортується в напрямку до кінцевої ділянки черв'яка 4.

Під час обтікання утворюваним розплавом рухомих штифтів 6 внаслідок збільшених деформацій зсуву відбувається його інтенсивне перемішування, а також диспергування компонентів перероблюваного матеріалу, що підвищує якість одержуваної продукції. Так, під час обертання черв'яка 4 за рахунок контакту штифтів 6 з фігурною поверхнею нерухомого дорна 2 забезпечується

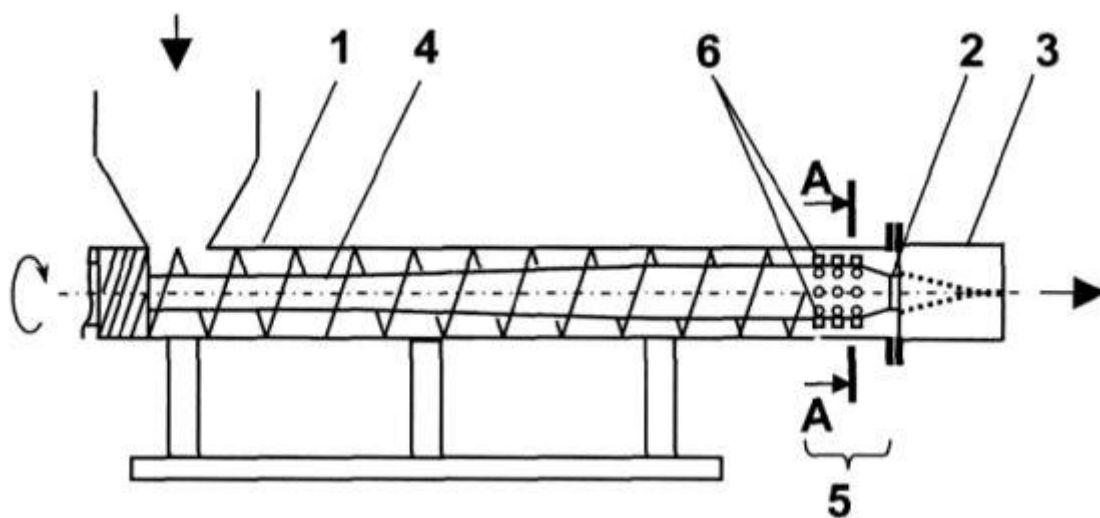


Рисунок 3.7 – Схема екструдера

їх зворотно-поступальний рух у робочому зазорі екструдера (між черв'яком 4 і корпусом 1), а отже інтенсивна дія штифтів 6 на перероблюваний матеріал, що підвищує змішувально-диспергувальний ефект процесу екструзії

Переваги.

Підвищена ефективність екструдера і висока якість продукції.

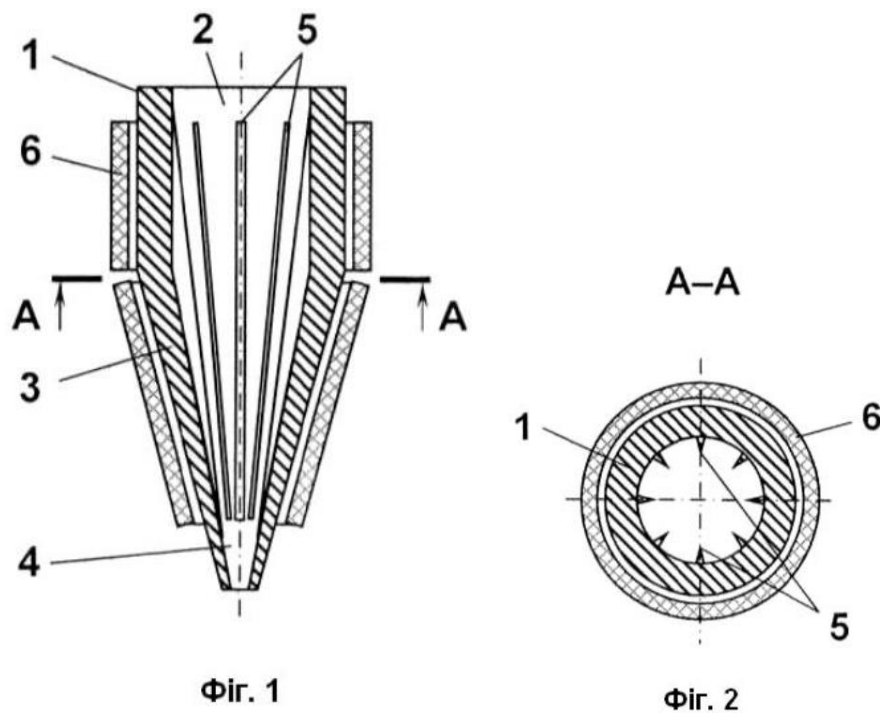
Недоліки.

Суттєвим недоліком цієї конструкції є ускладнене конструктивне виконання, зменшена продуктивність.

3.4.2 Патентний огляд конструкцій головки екструдера

Автори патенту [28] пропонують конструкцію формуючої головки, що належить до обладнання для перероблення полімерних матеріалів, тобто до екструзійної техніки (Рисунок 3.8) і може використовуватись в приладах для адитивного виготовлення об'ємних виробів з полімерних матеріалів.

Формуюча головка працює наступним чином.



1-корпус; 2-циліндричний канал; 3-сопло;
4-конічний канал; 5-поздовжні ребра.

Рисунок 3.8 – Схема екструзійної головки

					ЛН71мп.703723.001ПЗ	Арк.
						33
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Полімерний матеріал який перероблюється потрапляє в циліндричний канал 2 корпусу 1 у розплавленому вигляді, потім за рахунок електронагрівача 6 починає грітися. Завдяки наявності поздовжніх ребер 5 забезпечується передача теплоти від корпусу 1 та сопла 3 по всьому поперечному перерізу полімерного матеріалу, що прискорює його прогрів до потрібної температури, а отже підвищує продуктивність головки.

Переваги.

Ефективність головки, висока якість одержуваної продукції та простота конструкції.

Недоліки.

Застійні зони із за поздовжних ребер.

Авторами патенту [29] запропоновано конструкцію екструзійної головки, що належить до обладнань переробки полімерних матеріалів у труби. Отримують завдяки роздуву, і може бути застосована в нафтохімічній, хімічній, та будівельній промисловостях (Рисунок 3.9).

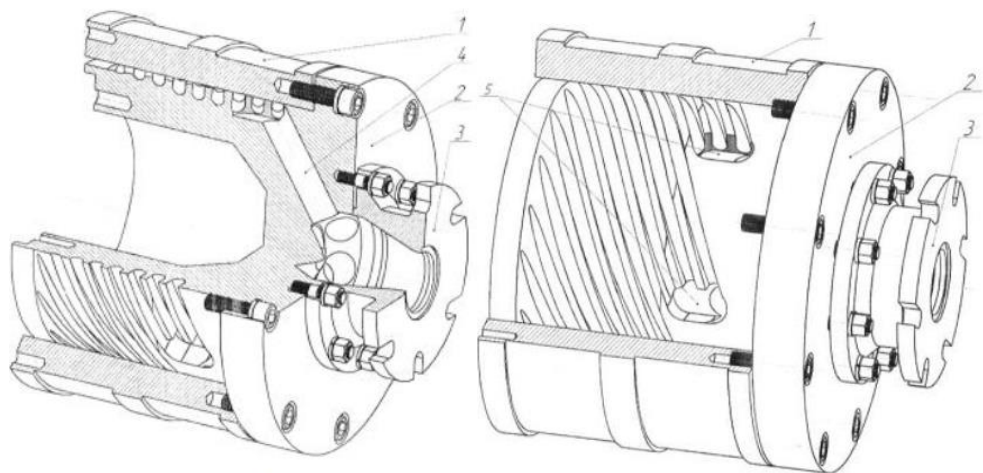


Fig. 2

Fig. 3

1-корпус; 2-дорнотримач; 3-адаптер;
4-радіальні канали; 5-поздовжні пази.

Рисунок 3.9 – Схема кільцевої екструзійної головки

Формуюча головка екструдера працює наступним чином.

Розплав полімеру задяки шнеку екструдера подається в головку і під дією

					ЛН71мп.703723.001ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

тиску рухається по центральному каналу у радіальний, потім у гвинтові канавки. Загальний гідравлічний опір головки визначається як сума гідравлічних опорів центрального, радіальних, гвинтових канавок.

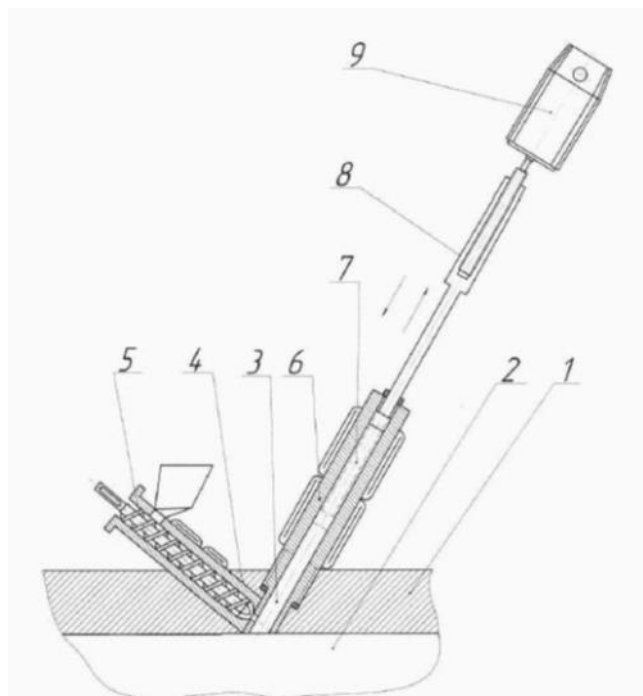
Переваги.

Менший гідравлічний опір течії розплаву у радіальних каналах, завдяки чому зменшується гідравлічний опір всієї кільцевої екструзійної головки.

Недоліки.

Складність конструктивного виконання.

Авторами патенту [30] запропоновано конструкцію формуючої головки що належить до обладнання для переробки полімерів та композицій на їх основі, зокрема до екструзійного обладнання, і може використовуватись у технологічних лініях з виготовлення профільних виробів різної форми (Рисунок 3.10).



1-корпус; 2-канал; 3-додатковий канал; 4-вузол додаткового живлення; 5-черв'ячний пластифікатор; 6-циліндр; 7-шток; 8-гвинт-гайка; 9-двигун.

Рисунок 3.10 – Схема головки екструдера

Екструдер працює наступним чином.

					ЛН71мп.703723.001ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

Розплав полімеру рухається вздовж каналу 2 для течії розплаву в корпусі головки 1 під певним тиском. В цей час черв'ячний пластифікатор 5 готує суміш полімеру, при цьому підтримує в додатковому каналі 3 тиск, який дорівнює тиску у каналі 2, в той час як шток 7 відходить назад під дією обертового руху вала двигуна 9 та передачі гвинт-гайка 8. При цьому в циліндр 6 потрапляє суміш полімеру.

Переваги.

Є змога за допомогою ІД контролювати напружено-деформований стан полімерного виробу та інші параметри.

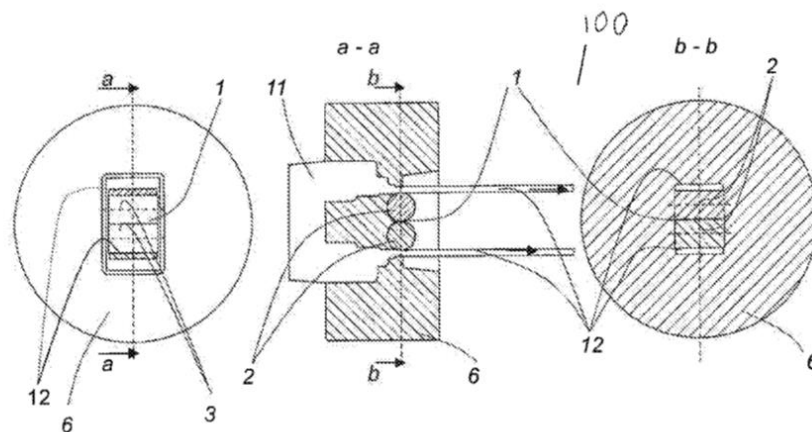
Недоліки.

Ускладнене конструктивне виконання.

Авторами патенту [31] запропоновано конструкцію пристрою що забезпечує безперервне пресування, термічно формованих матеріалів, таких як метал, композитний метал, пластик, композит або каучук (Рисунок 3.11).

Конструкція механізму головки працює наступним чином.

Матеріал безперервно подається у простір між ротаційними штампами та статичними матричними елементами та пресується до відповідної форми в залежності від профілю ротаційних штамрів.



1-контактні поверхні; 2-ротаційні штампи; 3- ділянки форми; 6- статичні матричні елементи; 11-матеріал що деформується; 12-готовий профіль.

Рисунок 3.11 – Схема екструзійної головки

					ЛН71мп.703723.001ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

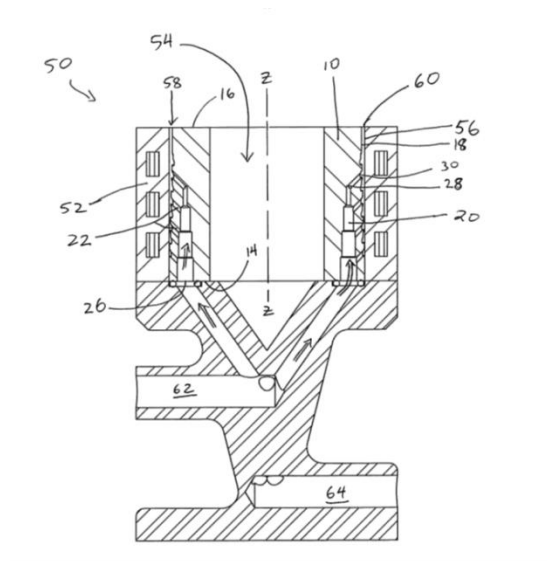
Переваги.

Вища продуктивність, більша пропускна спроможність подачі матеріалу за рахунок роторних штампів та менший гідравлічний опір на виході з головки.

Недоліки.

Складність у конструкційному виготовленні. Наявність всередині деталей які рухаються.

Авторами патенту [32] запропоновано конструкцію екструзійної головки, що належить до обладнання для переробки полімерів та композиційних матеріалів на їх основі (Рисунок 3.12).



10-мандрель; 14-нижня площина; 16-верхня площина; 18-зовнішня поверхня мандрелі; 20-пропускний канал; 22-смоляні канали; 26-отвори; 28-внутрішні кінці пропускних каналів; 30-отвори; 52-зовнішній корпус матриці; 54-поздовжній отвір; 56-внутрішня поверхня; 58-пропускний канал для розплаву; 60-отвір між мандреллю та корпусом матриці; 62,64 -отвори для подачі розплаву.

Рисунок 3.12 – Схема екструзійної головки

Головка працює наступним чином.

Оправка для матриці, що використовується на виробництві багатошарової плівки представляє з себе корпус матриці з поздовжнім отвором для прийому матеріалу, а також канал для розплаву, утворений між мандреллю та внутрішньою поверхнею корпусу матриці. Матриця містить корпусну частину,

					ЛН71мп.703723.001ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

що має поздовжню вісь, що проходить між корпусом та декількома каналами розподілу потоку, які орієнтовані в поздовжньому напрямку всередині зазначеної частини корпусу, таким чином, що один або кілька каналів для розподілу потоку відкриті для нижньої поверхні зазначеної частини корпусу для з'єднання текучого середовища з джерелом розплаву у вигляді безлічі каналів в межах зазначеної частини корпусу. Кожен із зазначених каналів полімеру має один кінець, що з'єднаний з текучим середовищем одного із зазначених каналів і другий кінець відкритий для зовнішньої поверхні зазначеної частини корпусу, що дозволяє потоку розплаву із зазначеного потоку розподільного каналу проходити до зовнішньої поверхні, що представляє собою безліч розподільних ділянок потоку розташованих на зазначеній поверхні мандрелі, причому кожен з розподільників потоку функціонально пов'язаний з другим кінцем одного зі згаданих канавок розплаву і виконаний з можливістю надання напрямлення потоку розплаву, що виходить зі згаданого каналу розплаву. Також містить зовнішню поверхню зазначеної частини корпусу і внутрішні канали для розплаву.

Переваги.

Рівномірний розподіл розплаву по всій площині каналу

Недоліки.

Великий гідравлічний опір всередині, складність виконання зовнішньої поверхні мандрелі та складність очистки.

3.4.3 Висновок

В результаті патентного пошуку встановлено, що сучасні тенденції екструдерних ліній виробництва продукції з високомолекулярних сполук (полімерів і канчуків) і матеріалів їх основі (пластмас і гум) направлені на підвищення якості продукції. В запропонованій конструкції апарата не використовуються технічні рішення захищені правами інтелектуальної власності, а отже апарат є патентно чистим. Регламент патентного пошуку наведено в Додатку В.

					ЛН71мп.703723.001ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

В основу модернізації покладено задачу створення конструкції екструдера з статичним змішувачем, який дозволяє отримати однорідний за складом та температурою розплав перед формуючим інструментом, а також отримати рівномірний за лінійною швидкістю екструдат після головки і зменшити брак, пов'язаний з геометричними розмірами листа.

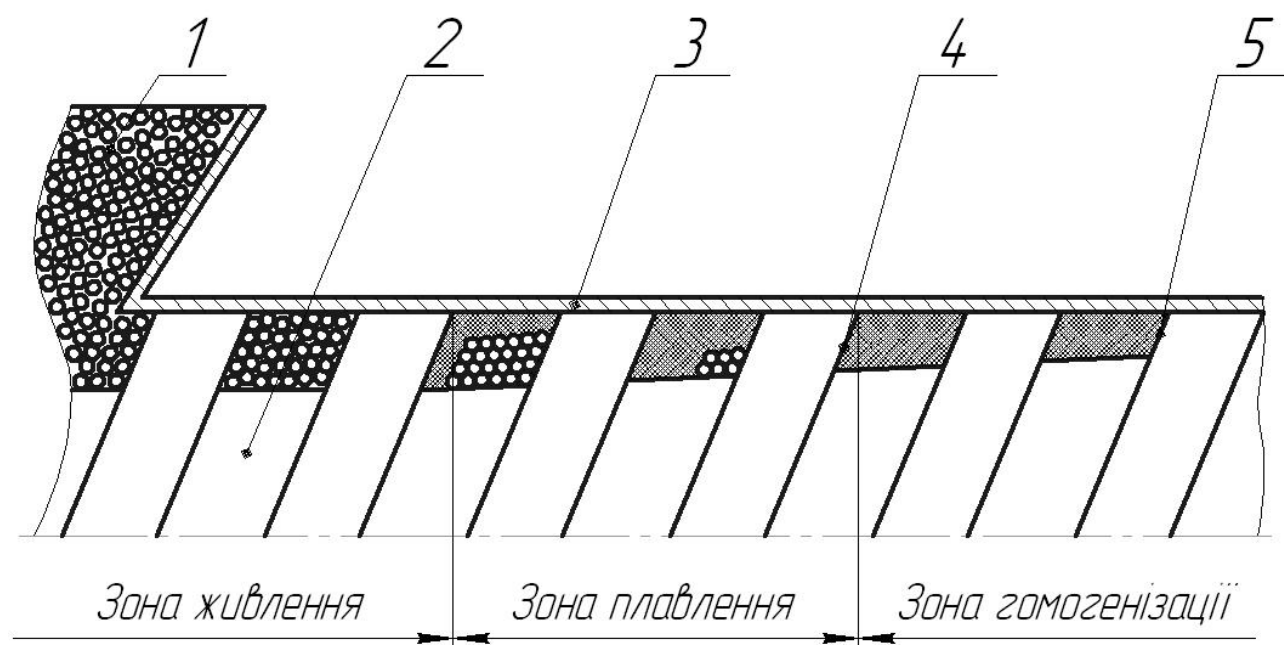
					ЛН71мп.703723.001ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

4 Розрахунки, що підтверджують працездатність та надійність конструкції

4.1 Параметричний розрахунок зони живлення черв'ячного екструдера

Метою розрахунку є визначення тиску яке створюється в зоні живлення при заданій швидкості обертання черв'яка а також переконатися в задовільному функціонування зони живлення.

Розглянемо черв'ячний екструдер холодного живлення, який живиться гранулами полімеру. Схема живлення екструдера показана на рисунку 4.1.



1 – завантажувальна воронка; 2 – черв'як; 3 – циліндр;

4 – штовхаюча сторона витка; 5 – пасивна сторона витка.

Рисунок 4.1 – Фізична модель процесу, що протікає в черв'ячному екструдері

По мірі переміщення гранул вздовж циліндра екструдера, можна виділити три функціональні зони:

- зона живлення, де полімер рухається у твердому вигляді;
- зона плавлення, у якій з'являються дві фази потоку (твердий полімер і розплав);

– зона гомогенізації (дозування), де полімер рухається у вигляді тільки розплаву.

Оскільки різкого переходу від зони до зони немає, то між цими зонами існують перехідні області.

Гранульований полістирол, що надходить із завантажувальної воронки 1, захоплюється черв'яком 2 і переміщується вздовж циліндра 3. Оскільки канал черв'яка заповнений гранулами цілком, то внаслідок існування сил тертя об стінку циліндра і черв'як вже в перших витках відбувається стиснення гранул і підвищення тиску. На поверхнях тертя виділяється теплота, тому зона живлення охолоджується водою, щоб у ній не утворився передчасно розплав.

Коли полімер виходить за межі охолодження зони живлення, то внаслідок теплоти тертя та зовнішніх нагрівачів, практично відразу, біля стінки циліндра утворюється плівка розплаву. Сухе тертя гранул, що має місце в зоні живлення, переходить у в'язкісне тертя, утворюється плівка розплаву, яка прилипає до стінки циліндра, і її швидкість на стінці дорівнює нулю. Зсув відбувається вже в самій плівці розплаву. Через те, що зсув в масі розплаву викликає дисипацією енергії, то плівка розплаву прогрівається і стає джерелом теплоти дисипації.

Спочатку розплав заповнює простір між гранулами. Коли товщина плівки перевищить зазор між стінкою циліндра і гребенем витка черв'яка, гребень починає зрізати розплав зі стінки циліндра – з цього моменту закінчується коротка перехідна область між зонами живлення та плавлення.

Плівка розплаву зрізується штовхаючою (активною) стороною витка 4, і цей розплав утворює зону плавлення. Плівка розплаву рухається вздовж активного гребеня витка, її товщина дуже мала, і в ній відбувається інтенсивна дисипація.

Зона плавлення характеризується підвищеним тиском, що сприймає нерозплавлений полімер між стінкою циліндра і пасивною стороною витка 5. Відбувається процес плавлення і зрізанням розплаву зі стінок циліндра, що відрізняється високою інтенсивністю.

Поступово частка розплаву підвищується, а твердого полімеру –

					ЛН71мп.703723.001ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

зменшується. Настає момент, коли залишки полімерної пробки руйнуються, і часточки що не розплавилися змішуються з розплавом. Робота механізму плавлення закінчується. З цього моменту починається перехідна область між зонами плавлення і гомогенізації, що закінчується тоді, коли залишки розплаву майже цілком розплавляються.

Далі в каналі черв'яка буде однофазний рух розплаву полімеру.

Розглянемо математичну модель процесів, що протікають в черв'ячному екструдері, в даному випадку, зону живлення.

Розрахунок ведеться за алгоритмом запропонованим авторами [33].

Схема ділянки зони живлення зображено на рисунку 4.2.

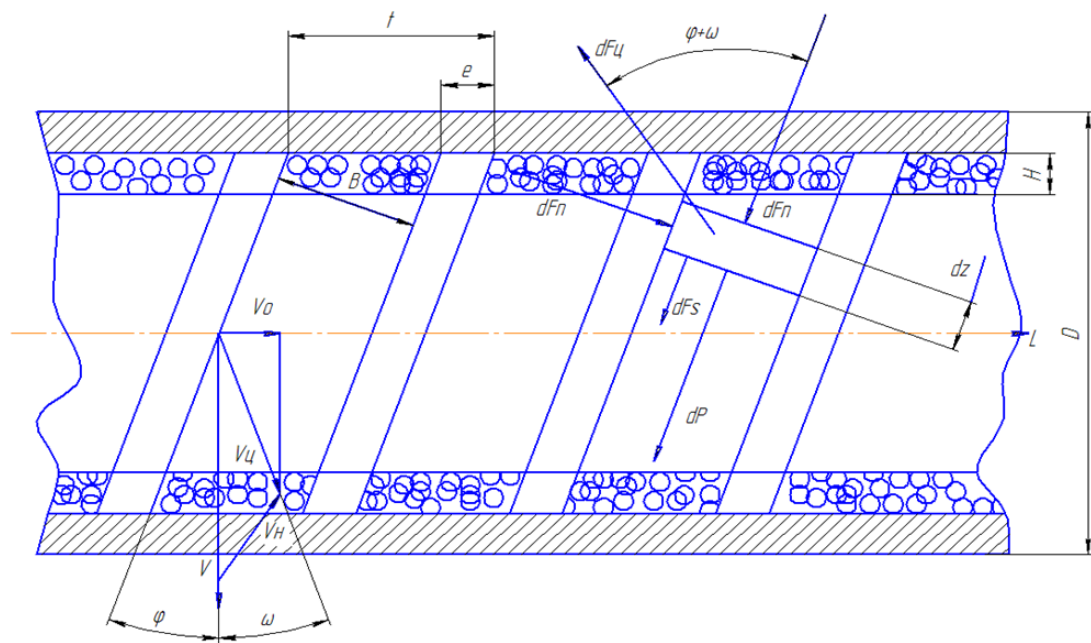


Рисунок 4.2 – Схема зони живлення екструдера

Вихідні дані:

Ширина каналу $W_{\beta}, м$ 0,09;

Насипна щільність сировини $\rho_b, \frac{кг}{м^3}$ 595;

Ефективний кут тертя гранул $\delta, град$ 33,7;

Властивості гранул як сипучого матеріалу $\rho_n, \frac{кг}{м^3}$ 595;

					ЛН71мп.703723.001ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

Статичний коефіцієнт тертя в загрузочному бункері $f_{\omega}, град$ 0,3;

Геометрія бункера:

Висота на якій верт. навант. дорівнює P_0 , тобто 0 $h_0, м$ 0,19;

Кут конуса конічної частини $\alpha, град$ 45;

Діаметр загрузочного бункера $D_{bu}, м$ 0,381;

Геометрія черв'яка:

Ширина гребня черв'яка $e, м$ 0,00635;

Діаметр черв'яка в зоні гомогенізації $D_b, м$ 0,09;

Глибина каналу $H, м$ 0,009398;

Частота обертання черв'яка $n, об/хв$ 60;

Продуктивність $G, кг/год$ 400.

Почнемо розрахунок з зони живлення. Початковий тиск в зоні живлення P_1 передбачається рівним тиску в загрузочному бункері, створеному масою гранулята. Величина P_0 оцінюється із припущення, що висота шару гранул у вертикальній частині бункера достатня для створення тиску, що складає не менше 99% від максимально можливого. Таким чином, тиск у зоні під бункером, Па:

$$P_0 = \frac{0,99 \cdot \rho_n \cdot 9,81 \cdot D_{bu}}{4 \cdot f_{\omega} \cdot K} = 6,408 \cdot 10^3 \quad (4.1)$$

K розраховуємо із рівняння:

$$K = \frac{1 - \sin\left(\delta \cdot \frac{2 \cdot \pi}{360}\right)}{1 + \sin\left(\delta \cdot \frac{2 \cdot \pi}{360}\right)} = \frac{1 - \sin\left(33,7 \cdot \frac{2 \cdot 3,14}{360}\right)}{1 + \sin\left(33,7 \cdot \frac{2 \cdot 3,14}{360}\right)} = 0,2863 \quad (4.2)$$

					ЛН71мп.703723.001ПЗ	Арк.
						43
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Кут $\beta_{\omega} = \arctg(f_{\omega}) = \arctg(0,3) = 16,7$ град.

$$k_0 = \beta_{\omega} + 180 - \arcsin \left(\frac{\sin \left(\frac{\beta_{\omega} \cdot 2 \cdot \pi}{360} \right)}{\sin \left(\frac{\delta \cdot 2 \cdot \pi}{360} \right)} \right) \cdot \frac{360}{2 \cdot \pi} = 165,5 \quad (4.3)$$

В отримуємо наступним чином:

$$B = \frac{\sin \left(\delta \cdot \frac{2 \cdot \pi}{360} \right) \cdot \sin \left(k_0 \cdot \frac{2 \cdot \pi}{360} \right)}{1 - \sin \left(\delta \cdot \frac{2 \cdot \pi}{360} \right) \cdot \cos \left(k_0 \cdot \frac{2 \cdot \pi}{360} \right)} = 0,09 \quad (4.4)$$

Відмітимо що значення B дуже близьке до $f'_{\omega} \cdot K = 0,086$. Більш точне значення $P_0 = 5,78 \cdot 10^3$ Па.

Тут $2\alpha = 90^\circ$ - кут завантажувальної воронки; D^* - функція розподілення, яка може бути прийнята при першому наближенні рівна одиниці; B' знаходимо за формулою:

$$B' = \frac{\sin \delta \cdot \sin(2\alpha + k_{02})}{1 - \sin \delta \cdot \cos(2\alpha + k_{02})} = 0,2635 \quad (4.5)$$

$$\text{де } k_{02} = \beta_{\omega} + \arcsin \left(\frac{\sin \left(\frac{\beta_{\omega} \cdot 2\pi}{360} \right)}{\sin \left(\frac{\delta \cdot 2\pi}{360} \right)} \right) \cdot \frac{360}{2\pi} = 47,89 \quad (4.6)$$

Остаточню P_1 буде знаходитись за формулою, Па:

$$P_1 = \left(\frac{h_1}{h_0} \right)^{\mu} \cdot P_0 + \frac{\rho_n \cdot g \cdot h}{\bar{\mu} - 1} \left(1 - \left(\frac{h_1}{h_0} \right)^{\bar{\mu} - 1} \right) = 3,776 \cdot 10^3 \quad (4.7)$$

$$\Delta = 100 - \frac{P}{P_0} \cdot 100 = 34,67\% \quad (4.8)$$

Варто відмітити, що на ділянці черв'яка з конічним сердечником тиск знижується на 35%.

					ЛН71мп.703723.001ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

Швидкість руху пробки вздовж осі циліндра V_{pl} розраховується за рівнянням без урахування впливу тиску на щільність, $об/с$:

$$V_{pl} = \frac{G/3600}{\rho_n \cdot \left(\frac{\pi}{4} \cdot (D_b^2 - D_s^2) - \frac{e \cdot 0,003226}{\sin(\bar{\theta} \cdot \frac{2\pi}{360})} \right)} = 0,0187 \quad (4.9)$$

де, $\bar{\theta}$ - середній кут підйому гвинтового каналу черв'яка, який розраховується за формулою, град:

$$\bar{\theta} = \arctg \left(\frac{D_b}{\pi \cdot (D_b - H)} \right) \cdot \frac{360}{2 \cdot \pi} = 20,48 \quad (4.10)$$

де, $D_s = D_b - 2 \cdot H = 0,0635 - 2 \cdot 0,009398 = 0,0447$, м.

Швидкість циліндра: $V_b = \pi \cdot N \cdot D_b = 3,14 \cdot 1 \cdot 0,0635 \frac{м}{с}$.

Звідси отримаємо:

$$tg \varphi = \frac{tg(\theta_b)}{\left(\frac{V_b}{V_{pl}} \right) \cdot tg(\theta_b) - 1} = 0,13288 \quad (4.11)$$

$\phi = 7,57$ град

K_s розрахуємо за рівнянням:

$$K_s = \frac{D_{sr}}{D_b} \cdot \frac{\sin\left(\theta \cdot \frac{2 \cdot \pi}{360}\right) + f_s \cdot \cos\left(\theta \cdot \frac{2 \cdot \pi}{360}\right)}{\cos\left(\theta \cdot \frac{2 \cdot \pi}{360}\right) - f_s \cdot \sin\left(\theta \cdot \frac{2 \cdot \pi}{360}\right)} = 0,586 \quad (4.12)$$

M розрахуємо із рівняння:

$$M = \cos\left(\phi_r \cdot \frac{2 \cdot \pi}{360}\right) - K_s \cdot \sin\left(\phi_r \cdot \frac{2 \cdot \pi}{360}\right) = 0,9 \quad (4.13)$$

					ЛН71мп.703723.001ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

Відношення $\frac{P_2}{P}$ на одному витку зони живлення

$(Z_b = D_b / \sin(\theta_b \cdot \frac{2 \cdot \pi}{360}) = 0,0635 / \sin(17,65 \cdot \frac{2 \cdot 3,14}{360}) = 0,209_m)$ від нижньої частини бункера до точки, в якій починається обігрів циліндра, розраховуємо за рівнянням:

$$M = 2 \cdot \frac{H}{W_\beta} \cdot \frac{f_s}{f_b} \cdot \sin\left(\theta_b \cdot \frac{2 \cdot \pi}{360}\right) \cdot \left(K_s + \frac{\bar{D}}{D_b} \cdot \frac{1}{\operatorname{tg}\left(\theta_s \cdot \frac{2 \cdot \pi}{360}\right)} \right) +$$

$$\frac{W_s}{W_\beta} \cdot \frac{f_s}{f_b} \cdot \sin\left(\theta_b \cdot \frac{2 \cdot \pi}{360}\right) \cdot \left(K_s + \frac{D_s}{D_b} \cdot \frac{1}{\operatorname{tg}\left(\theta_s \cdot \frac{2 \cdot \pi}{360}\right)} \right) +$$

$$\frac{\bar{W}}{W_\beta} \cdot \frac{H}{Z_b} \cdot \frac{1}{f_b} \cdot \sin\left(\theta \cdot \frac{2 \cdot \pi}{360}\right) \cdot \left(K_s + \frac{\bar{D}}{D_b} \cdot \frac{1}{\operatorname{tg}\left(\theta \cdot \frac{2 \cdot \pi}{360}\right)} \right) \cdot \ln\left(\frac{P_2}{P}\right)$$

$$\frac{P_2}{P} = 54,39$$
(4.14)

Таким чином тиск створений в зоні живлення, Мпа:

$$P_2 = P \cdot 54,38 = 0,2053$$
(4.15)

Цей результат свідчить про задовільне функціонування зони живлення, а також про те, що при заданій швидкості обертання черв'яка зона живлення може працювати з високою продуктивністю до того, як буде досягнутий критичний режим «голодного» живлення. Варто відмітити, що результати аналізу роботи зони живлення сильно залежать від величини коефіцієнтів тертя.

Питома потужність розраховується за рівнянням, Вт:

$$P_w = \pi \cdot N \cdot D_b \cdot W_\beta \cdot Z_b \cdot f_b \cdot \cos\left(\phi_r \cdot \frac{2 \cdot \pi}{360}\right) \cdot \frac{P_2 - P}{\ln\left(\frac{P_2}{P}\right)} = 50,8$$
(4.16)

Алгоритм розрахунку тиску в зоні живлення, таблиця ідентифікаторів програми та комп'ютерний розрахунок, наведено у додатку Г. Результат

					ЛН71мп.703723.001ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

розрахунку наведено на рисунку 4.3.

$$P_2 := P \cdot P_{sgr} = 2.05354 \times 10^5 \quad \text{Па}$$

3) Потребляемая мощность

$$12.2 - 10 \quad P_w := \pi \cdot N \cdot D_b \cdot W \beta \cdot Z_b \cdot f_b \cdot \cos\left(\Phi_r \cdot \frac{2\pi}{360}\right) \cdot \frac{P_2 - P}{\ln\left(\frac{P_2}{P}\right)} = 50.80819$$

Рисунок 4.3 – Результат розрахунку

					ЛН71мп.703723.001ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

4.2 Розрахунок перепадів тисків формуючого інструмента(головки)

Метою розрахунку головки є визначення перепаду тисків між вхідним і вихідним перерізами головки тобто гідравлічного опору на різних зонах формуючої головки.

Ескіз формуючої головки зображено на рисунку 4.3

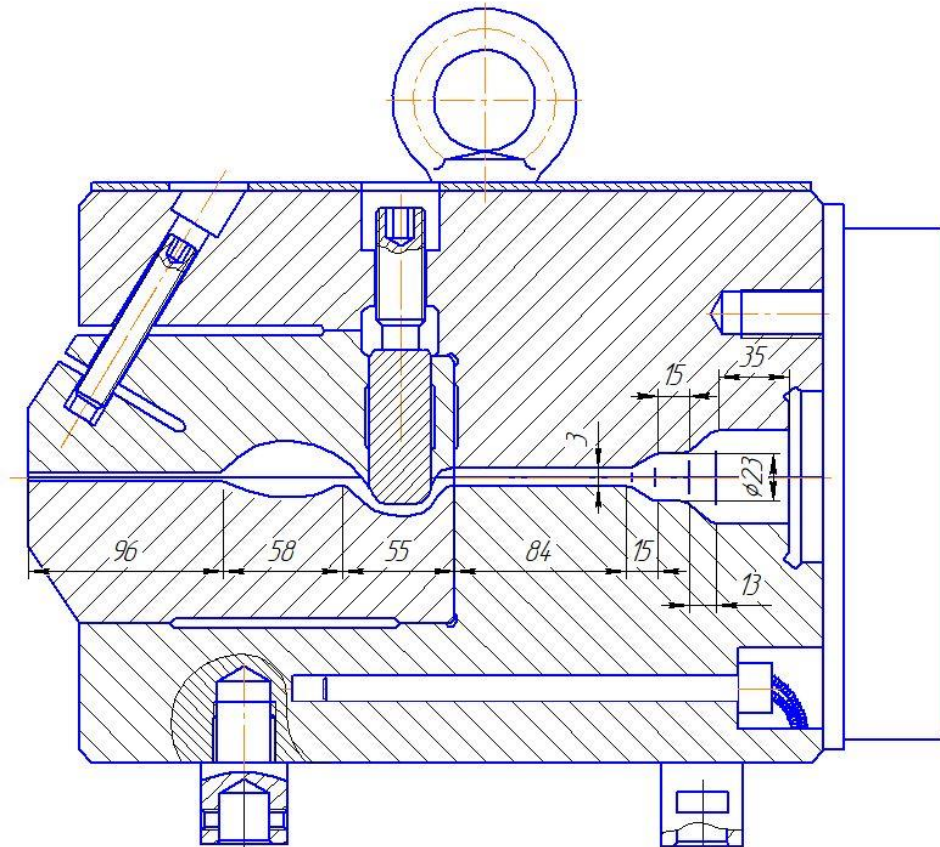


Рисунок 4.3 - Формуюча головка.

Вихідні дані:

Індекс течії n	0,503;
Радіус циліндричного каналу $R, м$	0,023;
Коефіцієнт консистенції m	1759;
Довжина циліндричної ділянки $L_1, м$	0,078;
Продуктивність $G, \frac{кг}{год}$	400;
Густина полістиролу $\rho, \frac{кг}{м^3}$	956;

					ЛН71мп. 703723.001ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

Висота каналу колектора $H_{2,м}$	0,003;
Довжина каналу колектора $L,м$	0,084;
Половина ширини щілини $W,м$	0,2;
Висота каналу губок $H_{3,м}$	0,002;
Довжина каналу губок $L_{3,м}$	0,007.

Перетин каналів, по яким рухається розплав, змінний, і тому при точному розрахунку необхідно розв'язувати систему диференціальних рівнянь для кожного перерізу. Для інженерних розрахунків часто використовують спрощений метод, що базується на припущенні, що течія ламінарна, сили інерції і тяжіння малі і ними можна знехтувати, а температура розплаву дорівнює температурі на виході з екструдера. Дійсно, якщо відсутня тангенціальна складова швидкості, то інтенсивність дисипації набагато менша, ніж наприклад, в дисковому зазорі.

Методика спрощеного розрахунку опору головки при цьому буде такою:

Канали головки розподіляються на ряд каналів простої форми.

Визначають коефіцієнт геометричної форми k_i і швидкість деформації для кожного каналу.

По температурі розплаву і відповідному значенню γ_i за реологічним рівнянням знаходять ефективну в'язкість μ_i для кожного каналу.

Різницю тисків на ділянці циліндричного каналу можна отримати з формули, $\frac{м^3}{с}$:

$$Q = \frac{\pi \cdot R^3}{s+3} \cdot \left(\frac{R}{2 \cdot m} \cdot \frac{\Delta P_1}{L} \right)^s = \frac{3,14 \cdot 0,023^3}{1,988+3} \cdot \left(\frac{0,023}{2 \cdot 1759} \cdot \frac{\Delta P_1}{0,078} \right)^{1,988} = \frac{400}{3600 \cdot 956}$$

Звідки $\Delta P_1 = 4,684 \cdot 10^4 \text{ Па}$

$$\text{де } Q = \frac{G}{3600 \cdot \rho} = \frac{400}{3600 \cdot 956} = 0,0001162$$

Розрахуємо перепад тисків в щільовому каналі:

					ЛН71мп.703723.001ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

$$Q = \frac{W \cdot H_2^2}{2 \cdot (s+2)} \cdot \left(\frac{H_2 \cdot \Delta P_2}{2 \cdot m \cdot L_2} \right)^s = \frac{0,2 \cdot 0,003^2}{2 \cdot (1,988+2)} \cdot \left(\frac{0,003 \cdot \Delta P_2}{2 \cdot 1759 \cdot 0,084} \right)^{1,98} = \frac{400}{3600 \cdot 956}$$

Звідки $\Delta P_2 = 2,278 \cdot 10^6 \text{ Па}$

Розрахуємо перепад тисків на дистанції губок:

$$Q = \frac{W \cdot H_3^2}{2 \cdot (s+2)} \cdot \left(\frac{H_3 \cdot \Delta P_3}{2 \cdot m \cdot L_2} \right)^s = \frac{0,2 \cdot 0,002^2}{2 \cdot (1,988+2)} \cdot \left(\frac{0,002 \cdot \Delta P_3}{2 \cdot 1759 \cdot 0,007} \right)^{1,98} = \frac{400}{3600 \cdot 956}$$

Звідки $\Delta P_3 = 4,281 \cdot 10^5 \text{ Па}$

Тоді сумарний перепад тиску на всій дистанції:

$$\Delta P = \Delta P_1 + \Delta P_2 + \Delta P_3 = 4,684 \cdot 10^4 + 2,278 \cdot 10^6 + 4,281 \cdot 10^5 = 2,753 \cdot 10^6 \text{ Па}$$

Висновок. У результаті виконання розрахунку отримане значення опору формуючої головки. Опір головки $\Delta P = 2,75 \text{ МПа}$, при продуктивності $G_m = 400 \text{ кг/год}$, температурі розплаву $T = 185^\circ \text{C}$, густині розплаву $\rho = 781 \text{ кг/м}^3$.

4.2.1 Розрахунок перепадів тисків на статичному змішувачі

Розрахунок ведемо за методикою наведеною в [33].

Знайдемо об'ємний розхід для всіх щілин, $\text{м}^3/\text{с}$:

$$V = \frac{G}{\rho} = \frac{0,111}{956} = 1,162 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3/\text{с}$$

Після чого в'язкість можна зайняти за формулою, Пас

$$\eta = m \cdot \gamma_{cp}^{n-1} = 1759 \cdot (1,653 \cdot 10^{-3})^{0,503-1} = 4,242 \cdot 10^4,$$

$$\text{де } \gamma_{cp} = \frac{2 \cdot V}{S \cdot 57^2} = \frac{2 \cdot 1,162 \cdot 10^{-4}}{4,327 \cdot 10^{-5} \cdot 57^2} = 1,653 \cdot 10^{-3}, \text{ } 1/\text{с}.$$

Тоді перепад тиску на всій ділянці змішувача:

$$\Delta p = \frac{12 \cdot \eta \cdot V^* \cdot L}{B \cdot H^3} \cdot \frac{1}{f_p} = \frac{12 \cdot 4,243 \cdot 10^4 \cdot 2,0389 \cdot 10^{-6} \cdot 3 \cdot 10^{-4}}{8 \cdot 10^{-3} \cdot 2,43 \cdot 10^{-9}} \cdot \frac{1}{0,75} = 1,578 \cdot 10^5, \text{ Па}$$

f_p - поправочний коефіцієнт течії, який знаходимо з графіка який

					ЛН71мн.703723.001ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

зображено на рисунку 4.3.1.

L - довжина каналу,

B, H - ширина, висота отворів статичного змішувача, відповідно.

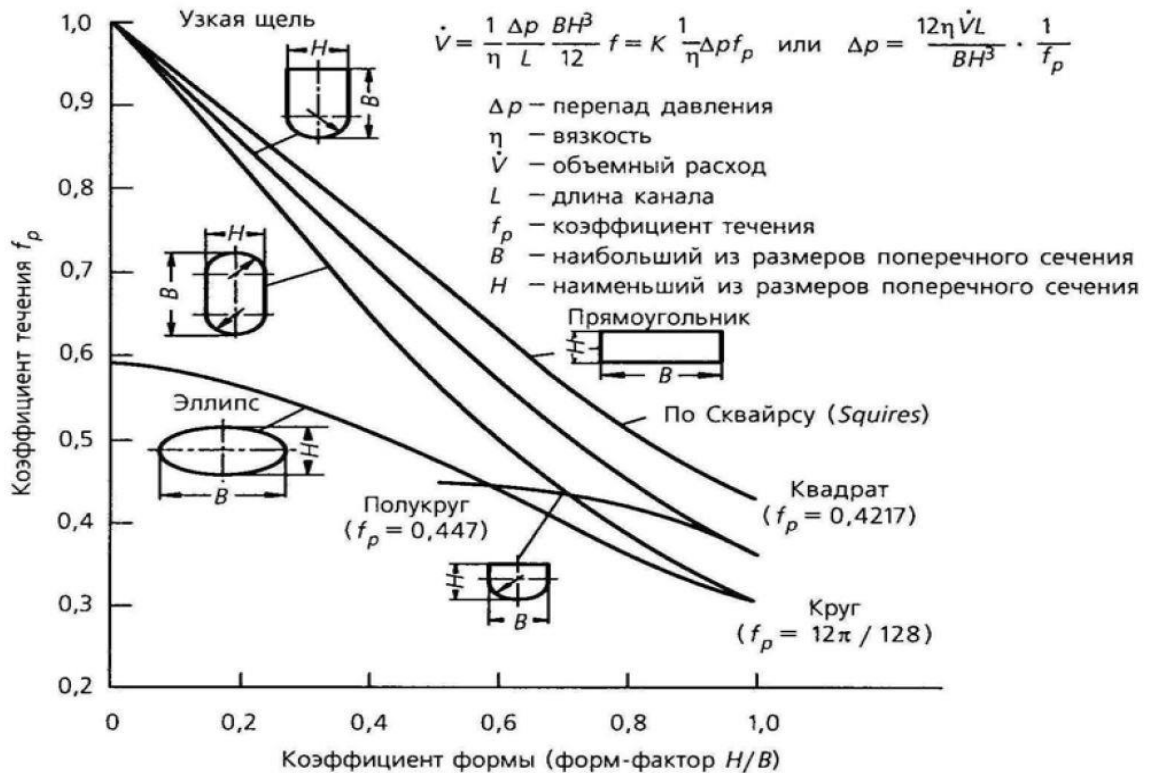


Рисунок 4.3.1 – Поправочний коефіцієнт течії в залежності від форм фактора для каналів з різною формою поперечного розрізу

Висновок. У результаті розрахунку було визначено гідравлічний опір в статичному змішувачі по довжині його каналів $\Delta p = 1,578 \cdot 10^5$, Па

4.3 Розрахунок розмірів колектора листувальної головки

Метою розрахунку є визначення геометричних розмірів колектора листувальної головки.

Більшість листувальних головок має або Т-подібну форму з центральним підводом розплаву, або форму плечиків для одягу. В обох випадках розплав вводиться в центр колектора, який має круглий або каплеподібний перетин. З колектора розплав подається в підвідний канал, з

якого виходить через щільовий зазор, який проходить вздовж всього підвідного каналу. Назва «Т-подібний» і «вішалка» відносяться до кута, створеного колектором і напрямком течії – рисунок 4.4.

Полімерні листи отримують безперервною екструзією полімеру через листувальну головку, вихідний отвір якої представляє собою вузьку довгу щілину зазвичай прямокутної форми. В зв'язку з тим що вихідний отвір екструдера має круглу форму, а головки – прямокутну, частинки розплаву, які

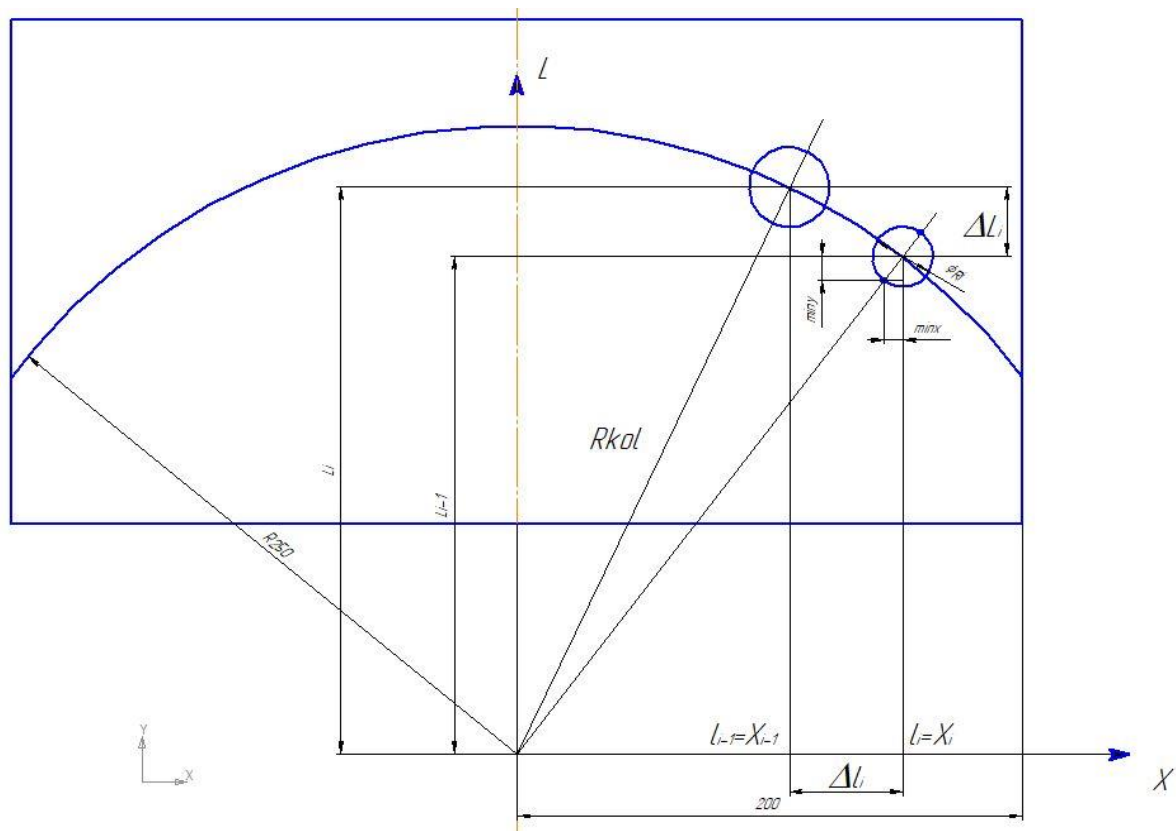


Рисунок 4.4 – Схема розрахунку колектора листувальної головки

проходять через головку, рухаються по траєкторіях різної довжини, що може призвести до неоднакових швидкостей течій в головці. Таким чином, вибір форми каналів для організації потоку з екструдера в головку дуже важлива. Конструкція головок для отримання плоских листів і плівок дуже різна.

Вихідні дані:

Радіус колектора $R_{kol}, м$

0,25;

					ЛН71мп.703723.001ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

Індекс текучості n 0,503;

Половина ширини щілини $W, м$ 0,2;

Товщина щілини $H, м$ 0,003.

Реологічна константа, зворотна до показника ступеня неньютонівської поведінки розплаву:

$$S = \frac{1}{n} \quad (4.17)$$

Поточна координата ширини головки, м

$$x_i = \frac{W}{m} \cdot (i-1) \quad (4.18)$$

Поточна координата колекторного каналу, м

$$l_i = x_i \quad (4.19)$$

Поточна координата колекторного каналу вздовж вісі впускного каналу, м

$$L_i = \sqrt{R_{kol}^2 - (l_i)^2} \quad (4.20)$$

Кінцево-різностне наближення тангесу кута нахилу дотичної до вісі колекторного каналу:

$$dLdl = \frac{L_i - L_{i-1}}{l_i - l_{i-1}} \quad (4.21)$$

Діаметр заглиблення, що оформлює канал колектору, м

$$R_i = \left[- \frac{\left(\frac{3+S}{\pi} \right)^n \cdot H^{2n+1} \cdot (W - x_i)^n}{2^n \cdot (2+S)^n \cdot dLdl_i} \right]^{\frac{1}{3 \cdot n + 1}} \quad (4.22)$$

Координата X нижньої точки поточної координати колектору розплаву, м

$$\min x_i = \frac{\frac{R_i}{2} \cdot l_i}{R_{kol}} \quad (4.23)$$

					ЛН71мп.703723.001ПЗ	Арк.
						53
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Координата Y нижньої точки поточної координати колектору розплаву, м

$$\min y_i = \frac{\frac{R_i}{2} \cdot L_i}{R_{kol}} \quad (4.24)$$

Координати X та Y нижньої точки поточної координати колектору розплаву, м

$$l_{\min_i} = l_i - \min x_i \quad (4.26)$$

$$L_{\min_i} = L_i - \min y_i \quad (4.27)$$

Координати X та Y верхньої точки поточної координати колектору розплаву, м

$$l_{\max_i} = l_i + \min x_i \quad (4.28)$$

$$L_{\max_i} = L_i + \min y_i \quad (4.29)$$

Програму розрахунку наведено у додатку Г, результат розрахунку показаний в вигляді графіка на рисунку 4.5.

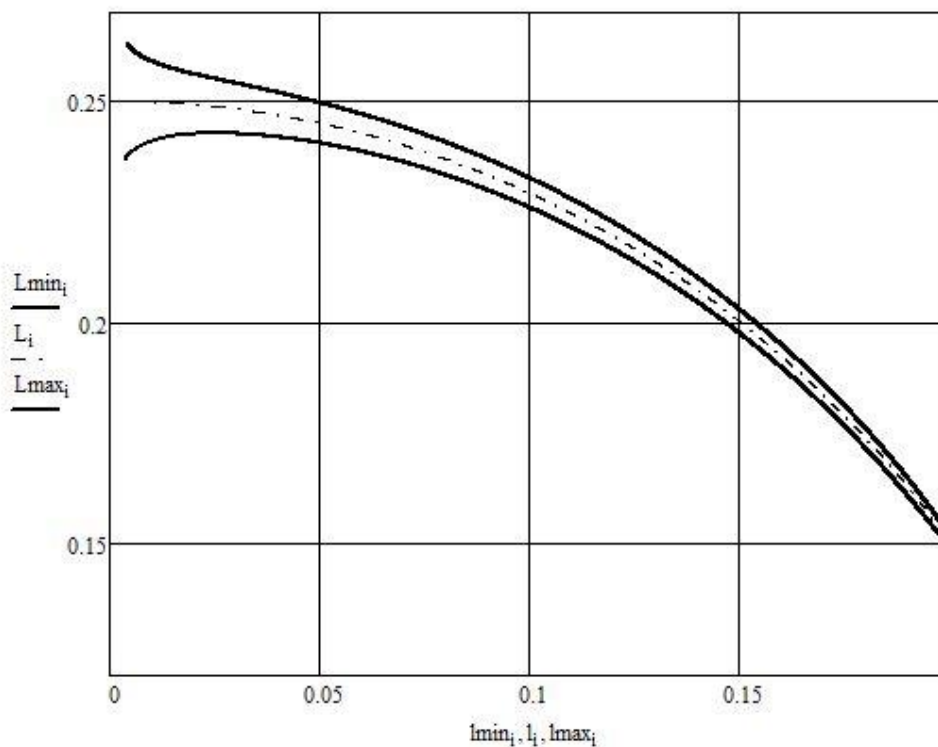


Рисунок 4.5 – Форма колектора листувальної головки

					ЛН71мп.703723.001ПЗ	Арк.
						54
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновок: розраховано діаметр фрезерування колекторного каналу головки.

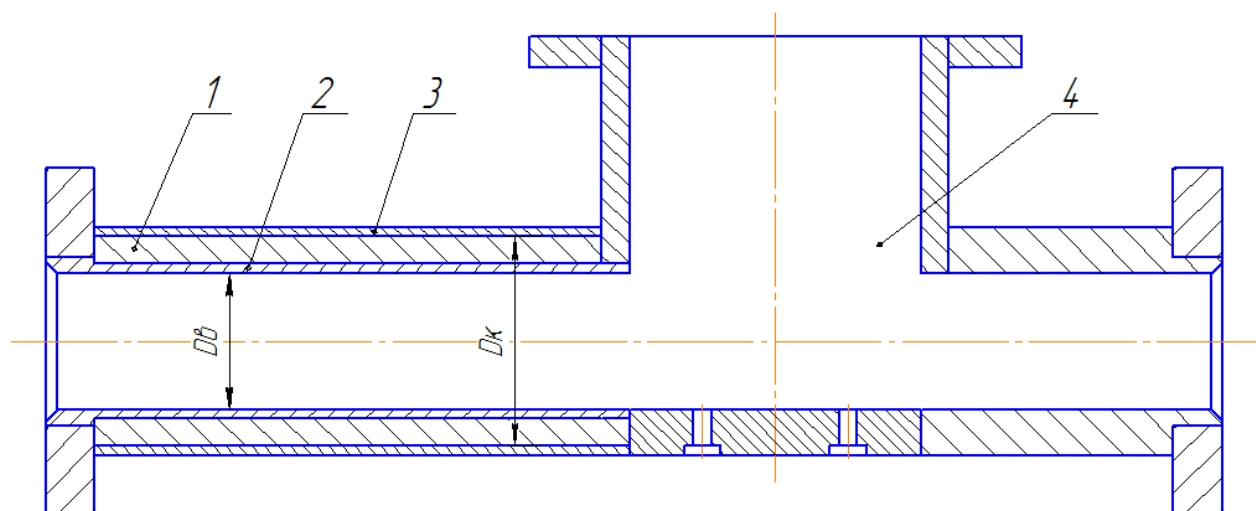
4.4 Розрахунок корпусу розплавлювача

Метою даного розрахунку є визначення допустимого напруження, що виникає на внутрішній поверхні корпусу при робочій температурі розплаву.

Вхідні дані:

тиск розплаву всередині корпусу P , МПа	30;
внутрішній діаметр корпусу D_B , м	0,09;
зовнішній діаметр корпусу D_K , м	0,14.

Розрахункова схема зображена на рисунку 4.6.



1 – корпус; 2 – гільза; 3 – охолоджувальна оболонка;
4 – завантажувальна горловина

Рисунок 4.6 – Розрахункова схема

Розрахунок проводиться за методикою [36], при цьому повинна виконуватися умова міцності $\sigma_s < [\sigma]$.

Перевіримо співвідношення:

$$\frac{D_K}{D_B} = \frac{0,14}{0,09} = 1,55 > 1,5$$

Отже, розрахунок корпусу проводимо за формулами для розрахунку товстостінних судин.

					ЛН71мп.703723.001ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

Радіальне напруження:

$$\sigma_R = \frac{p \times R_B^2}{R_K^2 - R_B^2} \left(1 - \frac{R_K^2}{R_B^2} \right).$$

Максимальне напруження виникає на внутрішній поверхні при $R = R_k$ тоді:

$$\sigma_{R_{MAX}} = \frac{p \times R_B^2}{R_K^2 - R_B^2} \left(1 - \frac{R_K^2}{R_B^2} \right) = -P,$$

$$\sigma_{R_{MAX}} = -30 \text{ МПа}.$$

Тангенційне напруження:

$$\sigma_\tau = \frac{p \times R_B^2}{R_K^2 - R_B^2} \left(1 + \frac{R_K^2}{R_B^2} \right) \text{ при } R = R_B,$$

$$\sigma_{\tau_{MAX}} = \frac{p \times [R_K^2 + R_B^2]}{R_K^2 - R_B^2} = \frac{30 [0,07^2 + 0,045^2]}{0,07^2 - 0,045^2} = 72,26 \text{ МПа},$$

де $R_K = 0,07$ м – зовнішній радіус корпусу,

$R_B = 0,045$ м – внутрішній радіус корпусу.

Визначимо максимальне значення напружень на зовнішній поверхні при, МПа :

$$\sigma_{\tau_{MIN}} = \frac{p \times R_B^2}{R_K^2 - R_B^2} \left(1 + \frac{R_K^2}{R_B^2} \right) = \frac{p \times R_B^2}{R_K^2 - R_B^2} = \frac{2 \times 30 \times 0,045^2}{0,07^2 - 0,045^2} = 42,26.$$

Епюра напружень показана на рисунку 4.7.

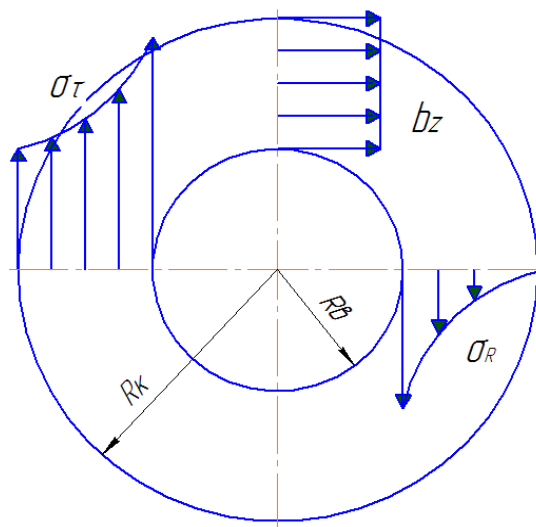


Рисунок 4.7 – Епюра напружень

Радіальне напруження розтягу:

$$\sigma_r = \frac{p \times R_B^2}{R_K^2 - R_B^2} = \frac{30 \times 0,045^2}{0,07^2 - 0,045^2} = 21,1 \text{ МПа.}$$

Еквівалентне напруження за третьою теорією міцності:

$$\begin{aligned} \sigma_3 &= \left[0,5 \left([\sigma_R - \sigma_T]^2 + [\sigma_R - \sigma_m]^2 + [\sigma_m - \sigma_R]^2 \right) \right]^{0,5} = \\ &= \left[0,5 \left([-30 - 72,26]^2 + [-30 - 21,1]^2 + [21,1 - (-30)]^2 \right) \right]^{0,5} = 62,6 \text{ МПа.} \end{aligned}$$

Працездатність корпусу визначають коефіцієнтом запасу міцності, який не повинен бути нижчим за рекомендоване допустиме значення, яке беруть за звичай від 1,6 до 2:

$$n = \frac{\sigma_T}{\sigma_3} \geq [n],$$

де σ_T – межа текучості.

Матеріал корпусу сталь 40Х, робоча температура 185°C . Допустиме напруження при $t_R = 185^\circ\text{C}$ $[\sigma] = 138 \text{ МПа}$.

$$n = \frac{138}{62,6} = 2,2$$

$$n = 2,2 > [n] = 1,6$$

$$\sigma_3 = 62,6 \text{ МПа} < [\sigma] = 138 \text{ МПа.}$$

Висновок. В результаті розрахунку було визначено допустиме напруження, що виникає на внутрішній поверхні корпусу при робочій температурі розплаву, при $t_R = 185^\circ\text{C}$ $[\sigma] = 138 \text{ МПа}$. Була перевірена умова міцності. Умова міцності виконується $\sigma_3 < [\sigma]$.

4.5 Вибір упорного підшипника

Мета розрахунку: визначення динамічного навантаження, яке діє на підшипник, вибір роликопідшипника упорного, розрахунок довговічності.

Вхідні дані:

					ЛН71мп.703723.001ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

осьове навантаження, що діє на підшипник p_A , Н	58449;
радіальне навантаження p_R , Н	0;
динамічний коефіцієнт K_ϕ	1,2;
температурний коефіцієнт K_T	1,02.

Методику розрахунку наведено в [36].

Осьове навантаження, яке діє на черв'як, приймає упорний роликотпідшипник.

Визначимо еквівалентне динамічне навантаження, яке діє на підшипник:

$$p=(1,2p_R+p_A)K_\phi \times K_T,$$

$$p=(1,2 \times 0+116897) \times 1,2 \times 1,02=143,08 \text{ кН}.$$

Встановимо роликотпідшипник упорний № 9039428.

Довговічність підшипника визначається за формулою :

$$L_n=\frac{10^6}{60N_1}\left(\frac{c}{p}\right)^{3,33}=\frac{10^6}{60 \times 160}\left(\frac{900000}{143080}\right)^{3,33}=57563 \text{ год},$$

де $N_1=160 \text{ об/хв}$ – максимальне число обертів черв'яка,

$c=900 \text{ кН}$ – динамічна вантажотпідйомність підшипника.

Висновок. Визначено еквівалентне динамічне навантаження, яке діє на підшипник $p=143,08 \text{ кН}$. Обрано роликотпідшипник упорний № 9039428. Визначено довговічність $L_n=57563 \text{ год}$.

4.6 Розрахунок на надійність шліцьового евольвентного з'єднання

Мета розрахунку: перевірити надійність конструкції.

Вхідні дані:

обертальний момент, що діє в з'єднанні $M_{об}$, Н · м	4206,1;
коефіцієнт нерівномірності розподілення навантаження ψ	0,75;
число зубів зачеплення z	38;
робоча довжина зуба вздовж осі вала L , м	0,08.

Схема зубчатого евольвентного з'єднання зображена на рисунку 4.8.

					ЛН71мп.703723.001ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

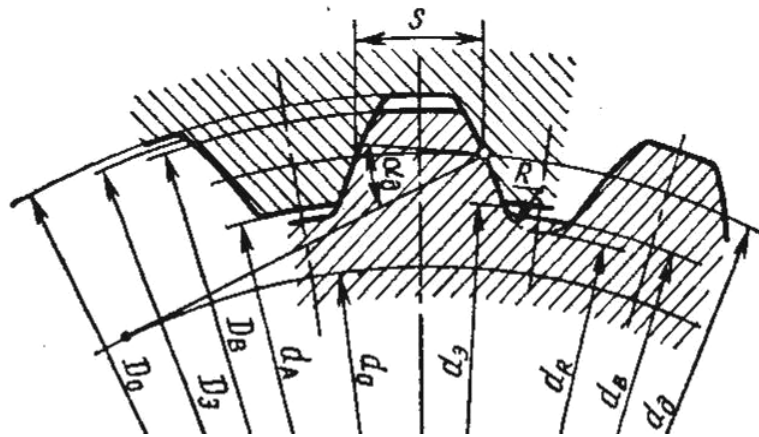


Рисунок 4.8 – Схема зубчатого евольвентного з'єднання

Розрахунок шліцьового евольвентного з'єднання проводимо на стиснення втулки в місці її дотику з базовими поверхнями зубців за методикою [36]:

$$\sigma_{\text{ст}} = \frac{M_{\text{об}}}{z H l \psi R_{\text{ср}}} = \xi [\sigma]_{\text{ст}},$$

де H – робоча довжина контактуючих зубів в радіальному напрямленні;

$R_{\text{ср}}$ – середній радіус;

$[\sigma]_{\text{ст}} = 120 \text{ МПа}$ – допустиме напруження стиснення.

Для евольвентного зубчастого стиснення:

$$H = \frac{D_{\text{в}} - D_{\text{А}}}{2} = \frac{0,09 - 0,087}{2} = 0,0015 \text{ м}$$

де $D_{\text{в}} = 0,09 \text{ м}$ – зовнішній діаметр вала;

$D_{\text{А}}$ – внутрішній діаметр окружності виступів,

$$D_{\text{А}} = D - 2m = 0,09 - 2 \times 0,0015 = 0,087 \text{ м},$$

$$R_{\text{ср}} = \frac{D_{\text{в}} + D_{\text{А}}}{2} = \frac{0,09 + 0,087}{2} = 0,0885 \text{ м},$$

$$\sigma_{\text{ст}} = \frac{4206,1}{38 \times 0,0015 \times 0,08 \times 0,75 \times 0,0885} = 13,9 \text{ МПа},$$

$$\sigma_{\text{ст}} < [\sigma]_{\text{ст}}.$$

де d_1 – діаметр гільзи, $d_1 = 0,087 \text{ м}$;

d_2 – товщина стінки, $d_2 = 0,09 \text{ м}$.

					ЛН71м. 703723.001ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

Матеріал гільзи – сталь 38ХМЮА при $t_k=50^0\text{C}; \sigma_T=330\text{МПа}$.

Коефіцієнти зменшення моменту опору і площі безпечного поперечного перерізу, послабленого отворами, наведемо в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Коефіцієнти зменшення моменту опору і площі безпечного поперечного перерізу.

Позначення	Відношення d_1/d_2	Коефіцієнт зменшення моменту опору, ξ_m	Коефіцієнт зменшення площі ξ_π
B1	0,689	0,7	0,6175
B2	-	0,493	0,981

$$\sum \xi_m = 0,7 \times 0,493 = 0,3451,$$

$$\sum \xi_\pi = 0,6175 \times 0,981 = 0,606.$$

Момент опору:

$$\omega_{кр} = \sum \xi_m \frac{\pi d_3^3}{16} \left[1 - \left(\frac{d_1}{d_2} \right)^4 \right] = 0,3451 \frac{3,14 \times 0,09^3}{16} \left[1 - \left(\frac{0,063}{0,09} \right)^4 \right] = 34,24 \times 10^{-6} \text{м}^3.$$

Дотичне напруження:

$$\tau_{кр} = M_{об} / \omega_{кр} = \frac{4206,1}{34,24 \times 10^{-6}} = 12,28 \times 10^{-6} \text{Па} = 12,28 \text{МПа}.$$

Площа безпечного поперечного перерізу:

$$F_p = \frac{\pi}{4} (d_2^2 - d_1^2) \sum \xi_\pi = \frac{3,14}{4} (0,09^2 - 0,063^2) 0,606 = 1,92 \times 10^{-3} \text{м}^2.$$

Розрахункове напруження розриву:

$$\sigma = \frac{p \times F_2}{F_p} = \frac{30 \times 3,1 \times 10^{-3}}{1,92 \times 10^{-3}} = 42,45 \text{МПа}.$$

Приведене напруження:

$$\sigma_{пр} = \sqrt{\sigma^2 + 4\tau_{пр}^2} = \sqrt{42,5^2 + 4 \times 12,28^2} = 49,08 \text{МПа}.$$

					ЛН71мн. 703723.001ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

Запас міцності по границі:

$$\eta_{\tau} = \frac{\sigma_{\tau}}{\sigma_{\text{пр}}} = \frac{330}{49,08} = 6,72.$$

Висновок. В результаті розрахунку шліцьового евольвентного з'єднання визначено напруження стиснення втулки в місці її дотику з базовими поверхнями зубців $\sigma_{\text{ст}} = 43 \text{ МПа}$. Було перевірено умову стиснення і $\sigma_{\text{ст}} < [\sigma]_{\text{ст}}$. В результаті розрахунку було визначено приведені напруження в гільзі $\sigma_{\text{пр}} = 49,08 \text{ МПа}$. Було перевірено умову міцності і запас міцності по границі $\eta_{\tau} = 6,72$. Конструкція надійна.

4.7 Розрахунок фланця

Метою розрахунку є визначення товщини фланця.

Вхідні дані:

зовнішній діаметр фланця A , м	0,32;
внутрішній діаметр фланця D , м	0,16;
відстань між отворами C , м	0,165;
діаметр болта d_6 , м	0,02;
кількість отворів z_6	8;
діаметр отвору d , м	0,022.

матеріал болтів – сталь 40:

$$\sigma_T = 320 \text{ МПа},$$

$$[\sigma]_6 = 128 \text{ МПа}.$$

матеріал фланця – сталь 45:

$$\sigma_T = 350 \text{ МПа},$$

$$[\sigma]_{\Phi} = 140 \text{ МПа}.$$

Розрахункова схема фланця зображена на рисунку 4.9.

					ЛН71мп.703723.001ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

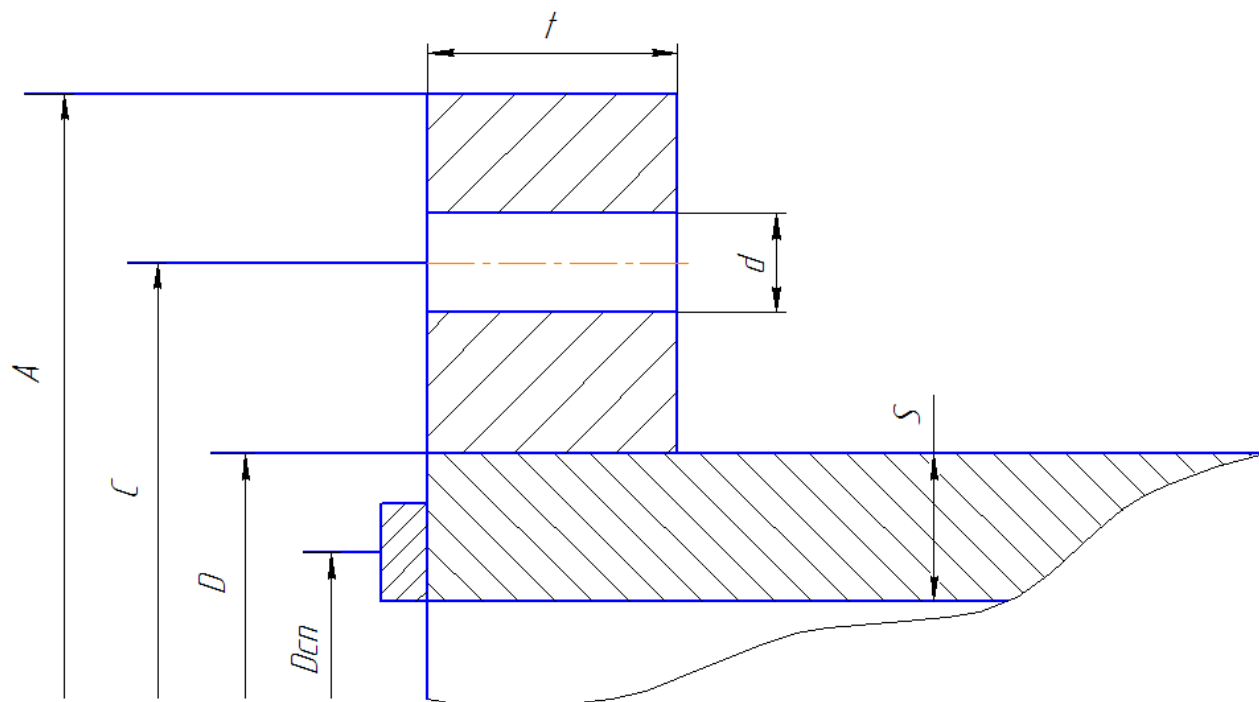


Рисунок 4.9 – Розрахункова схема фланця

Товщина вільного фланця:

$$t = 0,58 \times d_6 \sqrt{\frac{z_6 [\sigma]_6}{Kj [\sigma]_\phi}} = 0,58 \times 0,02 \sqrt{\frac{8 \cdot 128}{1,48 \cdot 0,537 \cdot 140}} = 0,037 \text{ м},$$

де j – коефіцієнт, який враховує послаблення вільних фланців боковими отворами;

$$j = 1 - \frac{2d}{A - D} = 1 - \frac{2 \times 0,022}{0,32 - 0,16} = 0,537,$$

K – коефіцієнт для вільних фланців:

$$K = 1 - \frac{A}{C} + \frac{A - D}{C - D} = 1 - \frac{0,32}{0,165} + \frac{0,32 - 0,16}{0,165 - 0,16} = 1,48.$$

Висновок. Розраховано товщину фланця $t = 0,037 \text{ м}$. Приймаємо товщину фланця $t = 0,058 \text{ м}$.

4.8 Розрахунок болтового з'єднання

Метою розрахунку є визначення напружень на розрив в болті і на зріз болтів у витку та перевірка умов міцності.

Вихідні дані:

					ЛН71мп.703723.001ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

болт М20

зовнішній діаметр болта d_6 , м	0,02;
внутрішній діаметр болта d_6 , м	0,01729;
крок різьби s , м	0,0025;
кількість болтів z_6	8;
висота гайки H , м	0,016;
матеріал болтів – ст3:	
$\sigma_T=320\text{МПа}$, $[\sigma]_p=0,9\sigma_T=128\text{МПа}$, $[\tau]_{cp}=0,3\sigma_T=96\text{МПа}$.	
коефіцієнт затяжки K	1,3;
коефіцієнт для трикутної різьби β	0,88.

Розрахунок проведено за методикою [36].

Осьове зусилля, яке діє на один болт:

$$F_6 = \frac{F}{z_6} = \frac{pFe}{z_6} = \frac{30 \times 10^6 \times 31,61 \times 10^{-4}}{8} = 11685 \text{ Н.}$$

Розрахункове зусилля, що приходить на один болт:

$$F_{p.6} = F_6 [1,3 \times K(1 - \gamma) + \gamma] = 11685 [1,3 \times 1,3(1 - 0,3) + 0,3] = 28832 \text{ Н.}$$

Розрахункове напруження розриву в болті:

$$\sigma = F_{p.6} / F_6 = \frac{F_{p.6}}{\pi d_{BH}^2} = \frac{28832 \times 4}{3,14 \times 0,017249^2} = 106 \text{ МПа.}$$

Перевіряємо умову міцності:

$$\sigma = 106 \text{ МПа} < [\sigma]_p = 128 \text{ МПа.}$$

Умова міцності виконається.

Напруження на зріз болтів у витку:

$$\tau_{зр} = \frac{F_{p.6}}{\pi d_{BH} H \beta} = \frac{28832}{3,14 \times 0,017249 \times 0,88 \times 0,016} = 36,3 \times 10^6 \text{ Па} = 36,3 \text{ МПа.}$$

Перевіряємо умову міцності:

$$\tau_{зр} = 36,3 \text{ МПа} < [\tau]_{cp} = 96 \text{ МПа.}$$

Умова міцності виконується.

					ЛН71мп. 703723.001ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

Висновок. Проведено розрахунок болтового з'єднання. Визначено розрахункове зусилля, що приходить на один болт, $F_{p.б.}=28832\text{Н}$. Визначено розрахункове напруження розриву в болті $\sigma=106\text{МПа}$ та перевірено умову міцності. Визначено напруження на зріз болтів у витку $\tau_{зр}=36,3\text{МПа}$ та перевірено умову міцності. Умови міцності виконуються.

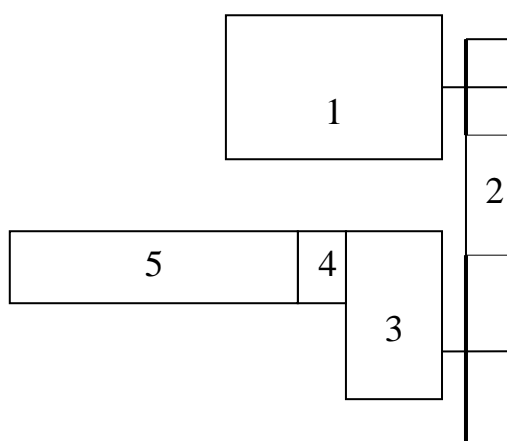
4.9 Розрахунок привода

Метою даного розрахунку є визначення загального передаточного числа та визначення геометричних параметрів передачі

Вхідні дані:

номінальна електродвигуна $N_{дв}$, кВт	100;
номінальна частота обертання електродвигуна $n_{дв}$, с^{-1}	2,5...25;
між осьова відстань редуктора a_w , мм	520;
кут нахилу зубців β	$16^{\circ}15'37''$;
модуль зубчатого зачеплення m , мм	5;
частота обертання тихохідного вала редуктора n_T , с^{-1}	2,5

Розрахункова схема привода екструдера показана на рисунку 4.10.



1 – електродвигун; 2 – ремінна передача; 3 – редуктор;

4 – вузол упорного підшипника; 5 – екструдер.

Рисунок 4.10 – Розрахункова схема привода екструдера

Розрахунок проведено за методикою [36].

					ЛН71м. 703723.001ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

Привід екструдера складається з електродвигуна, полі клинової передачі, що йде безпосередньо від електродвигуна, циліндричного одно ступінчатого редуктора ЦУ-250.

Загальне передаточне число:

$$U = U_{\text{рем}} \times U_{\text{ред}} = \frac{U_{\text{дв}}}{n_{\text{т}}} = \frac{25}{2,5} = 10.$$

Рекомендоване передаточне число ремінної передачі $U_{\text{рем}} = 3,0$, з урахуванням рекомендації:

$$U_{\text{ред}} = \frac{U}{U_{\text{рем}}} = \frac{10}{3} = 3,33.$$

Виходячи з сумарного числа зубців передачі, знаходимо найближче фактичне значення передаточного числа редуктора:

$$U_{\text{ред}} = \frac{Z_2}{Z_1} = \frac{90}{30} = 3,0.$$

З урахуванням фактичного значення передаточного числа:

$$U = U_{\text{рем}} \times U_{\text{ред}} = 3,0 \times 3,33 = 10,$$

$$n_{\text{т}} = \frac{n_{\text{дв}}}{U} = \frac{25}{10} = 2,5 \text{ с}^{-1}.$$

4.10 Розрахунок ремінної передачі з поліклиновим ремнем

Метою розрахунку є визначення геометричних параметрів передачі.

Вхідні дані:

номінальна потужність електродвигуна $N_{\text{дв}}$, кВт	100;
номінальна частота обертання електродвигуна $n_{\text{дв}}$, с^{-1}	25;
між осьова відстань редуктора $a_{\text{в}}$ мм	520;
кут нахилу зубців β	$16^{\circ}15'37''$;
модуль зубчатого зачеплення m , мм	5;
частота обертання тихохідного вала редуктора $n_{\text{т}}$, с^{-1}	2,5.

					ЛН71мп.703723.001ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

Розрахунок проведено за методикою [36].

Розрахункова потужність полі клинової передачі, кВт:

$$N = \frac{N_{\text{дв}}}{K_1} = \frac{100}{0,72} = 138,8$$

де K_1 – коефіцієнт, який враховує режим роботи, важкий, $K_1 = 0,72$.

Виходячи з розрахункової потужності, передаточного числа і частоти обертання двигуна, приймаємо переріз ремня типу В.

$$d = 200 \text{ мм}; D = 600 \text{ мм}.$$

Мінімальна довжина ремня $L_{\text{рем.мін}} = 2000 \text{ мм}$.

Допустима потужність на ремінь з 10-тьма ребрами, кВт:

$$N_{10} = (N'_{10} + \Delta N) \times K_1 \times K_2 \times K_3 = (138,8 + 5,4) \times 0,72 \times 0,455 \times 1,0 = 47,23,$$

де N'_{10} – потужність, що передається ремнем з 10-тьма ребрами певної довжини при куті обхвату меншого шківу $\alpha = 180^\circ$ при спокійному режимі роботи приводу;

ΔN – поправка до потужності на передаточне число, кВт:

$$\Delta N = \Delta N' \frac{n'_{\text{дв}}}{1000} = 3,6 \times \frac{25}{16,67} = 5,4$$

де $\Delta N' = 3,6 \text{ кВт}$ – поправка до потужності на передаточне число при частоті обертання меншого шківу, $n'_{\text{дв}} = 16,67 \text{ с}^{-1}$;

$K_2 = 0,455$ – коефіцієнт, що враховує вплив кута обхвату;

$K_3 = 1,0$ – коефіцієнт, що враховує вплив довжини ремня.

Кут обхвату ремня меншого шківу:

$$\alpha = 180^\circ - \left(\frac{D - d}{A_{\text{рем.мін}}} \right) \times 60 = 180 - \left(\frac{600 - 200}{505} \right) \times 60 = 132^\circ 47'.$$

Число ребер полі клинового ремня:

$$P' = \frac{N_{\text{дв}} \times 10}{N_{10}} = \frac{100 \times 10}{47,23} = 21,17.$$

Для забезпечення більшої довговічності ремня, підвищуємо

					ЛН71мп.703723.001ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

розрахункове значення на 10%:

$$P'' = P' \times 1,1 = 21,7 \times 1,1 = 23,87.$$

Округлимо до найближчого цілого стандартного значення і отримуємо $P = 25$.

Мінімальна між центрова відстань передачі, визначена при довжині ремня на 2,5 % меншою за номінальну:

$$A_{\min} = \frac{4L_{\min} - 2\pi(D + d) + \sqrt{4L_{\min}^2 - 2\pi(D + d)^2 - 32(D - d)^2}}{16} =$$
$$= \frac{4 \times 1950 - 2 \times 3,14(600 + 200) + \sqrt{4 \times 1950^2 - 2 \times 3,14(600 + 200)^2 - 32(600 - 200)^2}}{16} =$$
$$= 480 \text{ мм.}$$

Максимальна міжцентрова відстань передачі, визначена при довжині на 4% більшою за номінальну:

$$A_{\max} = \frac{4L_{\max} - 2\pi(D + d) + \sqrt{4L_{\max}^2 - 2\pi(D + d)^2 - 32(D - d)^2}}{16} =$$
$$= \frac{4 \times 2080 - 2 \times 3,14(375 + 250) + \sqrt{4 \times 2080^2 - 2 \times 3,14(375 + 250)^2 - 32(375 - 250)^2}}{16} =$$
$$= 545 \text{ мм.}$$

Кругова швидкість передачі:

$$U = \pi n_{\text{дв}} d = 3,14 \times 25 \times 0,2 = 15,7 \text{ м/с.}$$

Кругова сила, визначена за номінальною потужністю:

$$F = 1000 \frac{37}{15,7} = 2356,7 \text{ Н.}$$

Сила натягу смуг:

$$S_1 = \frac{m}{m-1} F; S_2 = \frac{S_1}{m},$$

дет = 3,56 – коефіцієнт, враховуючий кут обхвату.

$$S_1 = \frac{3,56}{3,56-1} \times 2356,7 = 3277,3 \text{ Н; } S_2 = \frac{3277,3}{3,56} = 920,6 \text{ Н.}$$

					ЛН71мп.703723.001ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

Сила натягу смуги в ремені в стані спокою:

$$S_0 = \frac{S_1 + S_2}{2} + \frac{qV^2 n}{10g},$$

де $q=15,7\text{Н}$ – вага ремня довжиною 1м з числом ребер $p=10$;

$g=9,81\text{м/с}^2$ – прискорення вільного падіння.

$$S_0 = \frac{2356,7 + 920,6}{2} + \frac{15,7 \times 19,63^2 \times 10}{9,81 \times 10} = 2255\text{Н}.$$

Сила, яка діє на вал в стані спокою:

$$Q_0 = 2S_0 \sin \frac{\alpha}{2} = 2 \times 2255 \sin \frac{132,47}{2} = 4127,5\text{Н}.$$

Сила, яка діє на вал при роботі:

$$Q = S_1 + S_2 = 2356,7 + 920,6 = 3277,3\text{Н}.$$

Висновок. Проведено розрахунок загального передаточного числа редуктора. Загальне передаточне число становить $U=8,33$. Та проведено розрахунок геометричних параметрів передачі. Геометричні параметри передачі з $L_{\text{РЕМ}}=2000\text{мм}$ наступні: $d=200\text{мм}$; $D=600\text{мм}$; $A_{\text{РЕМ}}=626\text{мм}$; $P=10\text{мм}$; $A_{\text{max}}=545\text{мм}$; $A_{\text{min}}=480\text{мм}$; $B=186\text{мм}$; $\alpha=168^\circ$.

					ЛН71мп.703723.001ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

5 Охорона праці і безпека в надзвичайних ситуаціях

У відповідності до закону про охорону праці та навколишнього середовища, виробничі будови, приміщення, обладнання та технологічні процеси відповідають вимогам, що задовольняють безпечним умовам праці. Машини та механізми що проектується відповідають вимогам техніки безпеки та виробничій санітарії. Жодний зразок нової машини не може бути переданий у серійне виробництво доки не буде відповідати вимогам охорони праці.

Охорона праці і оточуючого середовища включає в себе питання безпеки праці, усунення причин травматизму і попередження професійних захворювань, аварійних ситуацій на виробництві; питання правової охорони праці.

Тема дипломного проекту “Модернізація лінії виробництва спіненого полістиролу з розробкою екструдера та формуючого інструменту”. Контроль параметрів технологічного процесу здійснює оператор лінії, пульт якого знаходиться у виробничому приміщенні $S = 300 \text{ м}^2$, $V = 1650 \text{ м}^3$.

Шкідливими і небезпечними виробничими факторами при роботі і обслуговуванні лінії являються:

- ураження електричним струмом;
- вплив механізмів, які рухаються і обертаються;
- виробниче освітлення;
- виробничий шум і вібрації;
- повітря робочої зони;
- вибухопожежонебезпека (надзвичайні ситуації);

5.1 Електробезпека

Приміщення хімічної промисловості, за класифікацією ПУЕ (правила установки електрообладнання) відноситься до приміщень з підвищеною небезпекою ураження людей електричним струмом.

Устаткування лінії, що розробляється в проєкті буде знаходитись в сухому приміщенні з нормальною температурою і вологістю повітря. Підлога

					ЛН71мп.703723.001ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

приміщення залізобетонна. На пульті управління машиніста напруга $U = 220/380$ В, частота $f = 50$ Гц. Тип електромережі – із глухозаземленою нейтраллю.

Для забезпечення електробезпечності передбачені організаційні і технічні заходи:

- інструктаж і навчання безпечним методам праці;
- встановлення блокіровки безпеки та огорожі;
- установлення плакатів і знаків безпеки;
- недоступність елементів установки, що знаходяться під напругою (кабелі вкладаємо в полівінілхлоридові труби, піддати захисту: недоступність кабелів на висоті $h_{\min} = 2,7$ м, застосування огорожувальних пристроїв);
- ізоляція струмопровідних частин пульта керування ($R \geq 0,5$ МОм);
- електророзділення мережі за допомогою спеціальних розділяючих трансформаторів;
- рубильники включення замкнені в спеціальних шафах, різні кольори пускового та робочого обладнання;
- при роботі з електроінструментом ($U \leq 42$ В), застосовуються індивідуальні захисні засоби, такі як діелектричні рукавички і калоші, гумові килимки, ізольовані підставки.

При замиканні на корпус:

$$I_{\text{к.з.}} \geq 3 \cdot I_{\text{ном.}}$$

$$I_{\text{к.з.}} = U_{\text{ф}} / (z_0 + z) = 220 / (0,4 + 0,25) = 338,46 \text{ А} > 300 \text{ А}$$

В аварійному режимі використовувати пристрій занулення і захисне автовідключення, відповідно до ГОСТ 12.1.03–081/91.

5.2 Занулення та захисне відключення

Схема занулення електрообладнання в трьохфазних мережах з поєднаним нульовим провідником зображена на рисунку 5.1.

Вимоги до занулення полягають у наступному: провідники занулення повинні обиратись так, щоб при замиканні на корпус або на нульовий захисний

					ЛН71мп.703723.001ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70

провід виникав струм короткого замикання, що перевищує не менше ніж у три рази номінальний струм плавкого елемента найближчого запобіжника, або нерегульованого розчеплювача, або установку струму регульованого рачіплювача автоматичного вимикача з зворотною залежною від струму характеристикою; при захисті мереж автоматичними вимикачами з електромагнітними розчіплювачами ця провідність повинна забезпечувати струм не нижче уставки струму миттєвого спрацювання, помноженої на коефіцієнт розпаду, який для автоматичних вимикачів з номінальним струмом понад 100 А дорівнює не менше 1,25 і на коефіцієнт запасу 1,1.

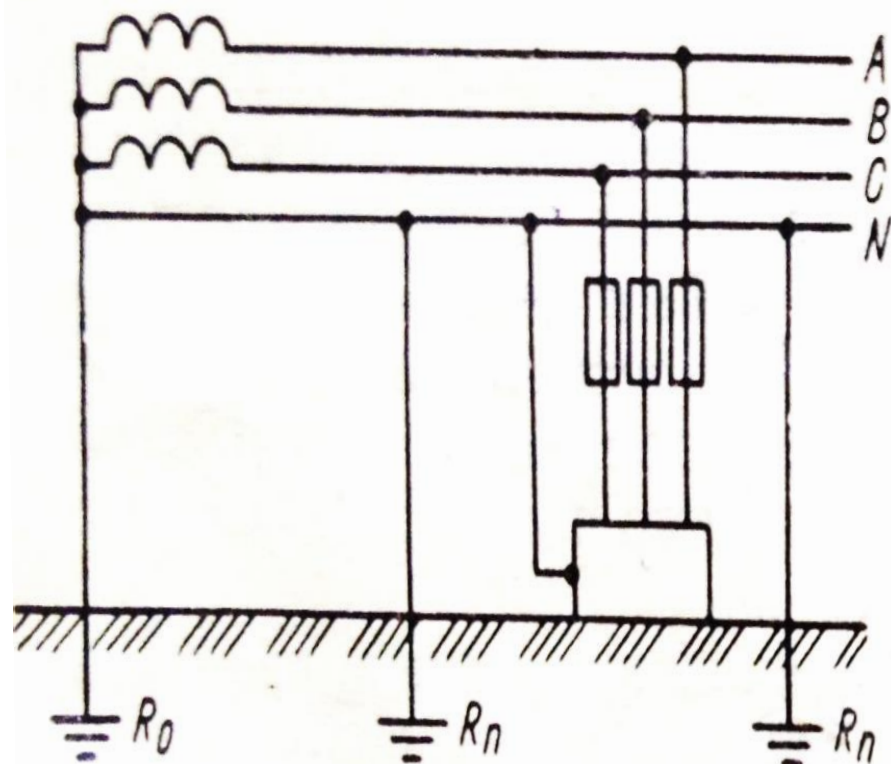


Рисунок 5.1 – Схема занулення електрообладнання в трьохфазних мережах із сумісним нульовим провідником

5.3 Безпека впливу частин, що рухаються і обертаються

Під час вибору конструктивної схеми обладнання, всі рухомі частини обладнання розташували в компактних корпусах, станинах, які мають невелику кількість гострих країв, граней та частин, котрі виступають. При виборі елементів, що працюють під навантаженням, враховували їх надійність та

					ЛН71мп.703723.001ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

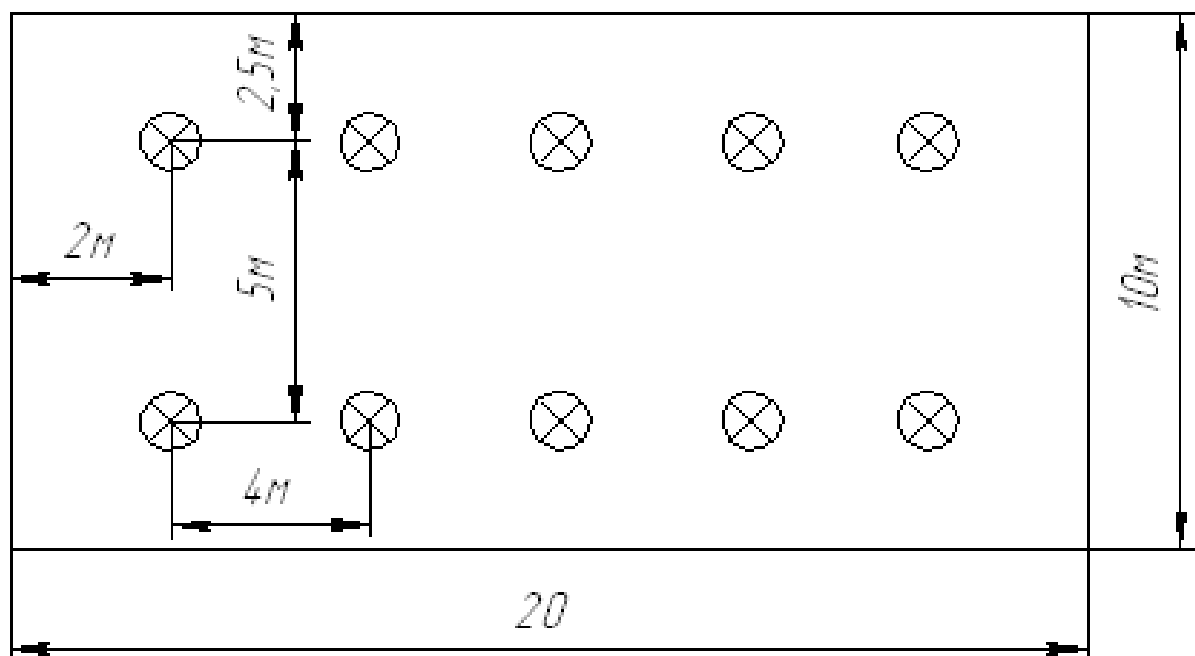
жорсткість. На етапі проектування всі такі пристрої та вузли розраховують на міцність з врахуванням їх жорсткості та виду навантажень.

Найбільш травмонебезпечними місцями в пресі – ланцюги машини, що тягне. При проходженні в зоні вказаних пристроїв від оператора потребується підвищена увага. Оператору який обслуговує лінію, забороняється працювати при знятих кожухах та відкритих кришках, доторкатися руками до рухомих частин лінії.

5.4 Виробниче освітлення

Для цеху висотою до 6 м, в якому знаходиться лінія, передбачено природне і штучне освітлення. Для світильників штучного освітлення підходять світильники типу ДРЛ 400 (діаметр: 0,395 м; висота: 0,552 м; потужність: 250 т; кількість 10 штук; $E_{\text{факт}} = 300\text{лк}$), що відповідає вимогам ДБНВ2.5-28:2006.

Вони мають бути розташовані так, щоб забезпечувались надійність їх закріплення, безпечність, зручність обслуговування і необхідне освітлення з урахуванням його рівномірності (Рисунок 5.2)



⊗ – лампа типу ДРЛ(10шт);

Рисунок 5.2 – Схема освітлення цеху

					ЛН71мп.703723.001ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72

Лампи створюють світло, що за яскравістю наближається до природного. Для приміщення також передбачене бокове освітлення (крізь отвори в зовнішніх стінах).

Даний вид роботи (загальне постійне спостереження) природної освітленості

$KEO_H = 1,2\%$. чотири вікна розміром 2,5х4 м. $KEO_{\text{фактичне}} = 1,5$ згідно ДБН В 2.5.2.8–2006.

5.5 Шум і вібрація

Джерелом шуму при роботі обладнання є електродвигуни (загальна потужність яких $N=88$ кВт), вентилятори та насоси. Загальний рівень шуму становить 95-97 дБА.

У відповідності до ДСН 3.36.037-99, захист від шуму має досягатись розробкою шумобезпечної техніки, застосуванням засобів і методів колективного захисту за ДСН 3.36.037-99 та засобів індивідуального захисту за ГОСТ 12.4.051-78, а також будівельно-акустичними методами. Основними засобами колективного захисту є: зниження шуму в джерелі його утворення і на шляху його розповсюдження.

Для зменшення виробничого шуму передбачено проведення наступних заходів:

- встановлення екранів, за допомогою футеровки корпусів двигунів і насосів ($\Delta L = 8-12$ дБА)
- своєчасне змащування всіх поверхонь, що труться ($\Delta L = 3-5$ дБА)
- своєчасний ремонт всіх механічних вузлів за регламентом ($\Delta L = 6$ дБА)

Фактичні показники шуму 74 дБА, що відповідає ДСН 3.36.037-99.

Персонал, що обслуговує насосне відділення, забезпечене індивідуальними засобами захисту – протишумові навушники ПШН – Б та протишумові вкладиші «Беруши СТ – 1».

Джерелом вібрації являються електродвигуни і обертаючі частини лінії. Вібрації виникають внаслідок неточності установки обертаючих частин,

					ЛН71мп.703723.001ПЗ	Арк.
						73
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

нещільного з'єднання корпусів обертаючих частин до фундаменту.

Заходи противібрацій:

- обладнання лінії встановлено на фундаменти, маса яких набагато перевищує масу встановленого обладнання;
- використання гумових прокладок в якості амортизаторів;
- проектування додаткових ребер жорсткості.

Рівень технологічної вібрації у приміщенні не перевищує 90 дБ при частоті 4 Гц, що відповідає ДСН 3.36.039 – 99.

Для контролю рівня шуму і вібрації передбачений прилад ВШВ-003 і шумо-віброзамірний комплекс ШВК-1.

Сумарний час роботи в контактi з вібрацією не перевищує 2/3 робочої зміни. Тривалість неперервної дії вібрації не перевищує 15 – 20 хв. При такому режимі обідня перерва не менше 40 хвилин.

5.6 Повітря робочої зони

Під час виробництва композитних листів, при 438 К починають виділятися такі шкідливі речовини: формальдегіди, ацетальдегіди, двоокис і окис вуглецю. Тому хімічний склад повітря має відповідати ДСН 3.3.6.042-99.

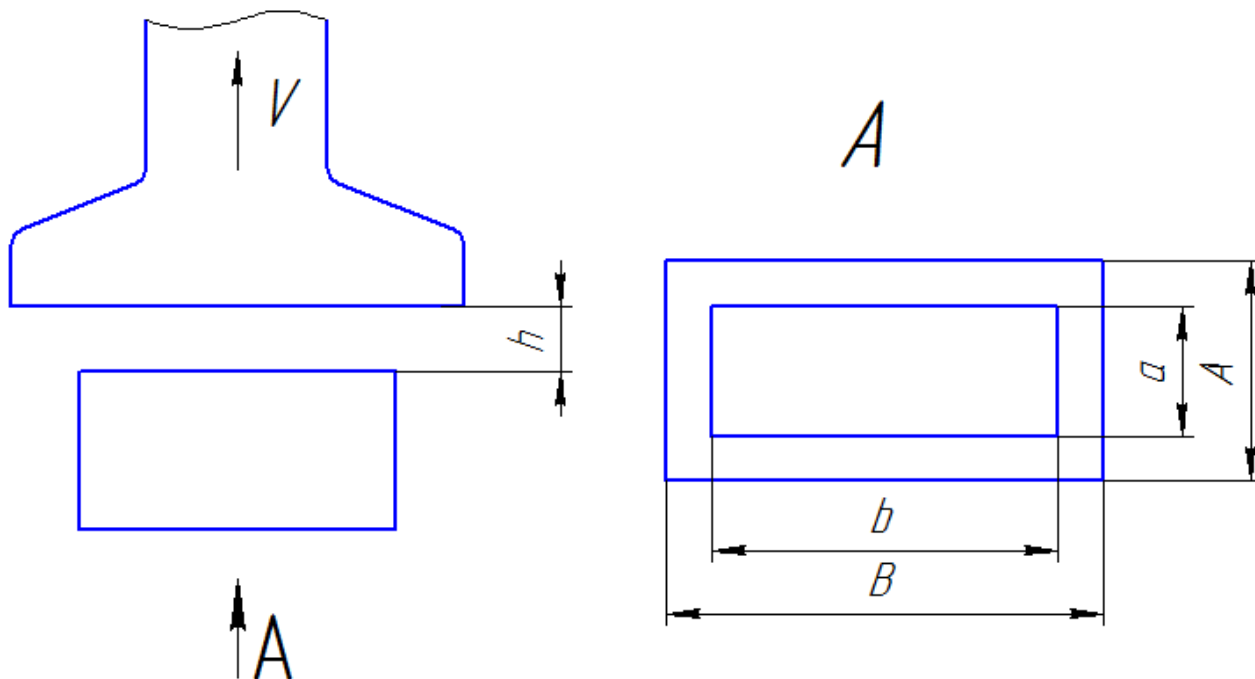
З метою нормалізації повітря в приміщенні передбачені технологічні заходи:

- герметизація технологічного устаткування.
- теплоізоляція устаткування, температура зовнішніх стінок якого перевищує 343 К (з розрахунку температури навколишнього повітря 281 К).

Для вловлювання і відведення шкідливих речовин в місці їх виділення, розраховано і встановлено витяжку типу «парасолька».

Схематичне зображення вентиляційної парасольки зображено на рисунку 5.3.

					ЛН71мп.703723.001ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74



a, b – габарити зони, необхідної для вентиляції; A, B – габарити вентиляційної парасольки.

Рисунок 5.3 – Схематичне зображення вентилятора

Вихідні дані:

Висота підвісу зонта H , м	1,6;
Відстань від пазу зонта до поверхні, що перекривається h , м	0,8;
Ширина поверхні, що перекривається a , м	0,7;
Довжина поверхні, що перекривається b , м	4;
Відстань від низу зонта до поверхні що перекривається h , м	0,8;
Кут розкриття зонта φ , °	60;
Середня швидкість в розрахунковому перерізі зонта V , м/с	0,75.

Розрахунок ведемо за методикою, що наведена в [47].

Розміри прямокутної парасолі:

$$A = a + 0,8 \cdot h = 0,7 + 0,8 \cdot 0,8 = 1,34 \text{ м},$$

$$B = b + 0,8 \cdot h = 4 + 0,8 \cdot 0,8 = 4,64 \text{ м}.$$

Кут зачинення зонта φ маємо приймати не більше 60° (в цьому випадку осьова швидкість в перерізі зонта близька до середньої по всьому перерізу зонта).

Повна висота зонта:

$$h_3 = \frac{A - D}{2 \cdot \operatorname{tg} \frac{\varphi}{2}} + h_6 = \frac{1,34 - 0,3}{2 \cdot 0,57735} + 0,2 = 1,1 \text{ м,}$$

де $D = 0,3$ – діаметр витяжної труби, м,

$h_6 = 0,2$ – висота борту, м.

Площа витяжної зони прямокутної парасолі:

$$F = A \cdot B = 1,34 \cdot 4,64 = 6,22 \text{ м}^2$$

Об'єм повітря, що видаляється витяжною трубою від парасольки:

$$L = 3600 \cdot F \cdot V = 3600 \cdot 6,22 \cdot 0,75 = 16794 \frac{\text{м}^3}{\text{год}}.$$

За отриманими даними вибираємо осьовий вентилятор МЦ-8 за [47] з заданими характеристиками: Продуктивність $L = 20000 \text{ м}^3/\text{год}$, ККД $\eta = 0,58$, повний тиск – $P = 10 \text{ кГ/м}^2$.

Потужність двигуна:

$$N = \frac{L \cdot k \cdot P}{3600 \cdot 102 \cdot \eta_v \cdot \eta_n} = \frac{20000 \cdot 1,5 \cdot 10}{3600 \cdot 102 \cdot 0,58 \cdot 0,6} = 2,347 \text{ кВт,}$$

де $\eta_n = 0,6$ – ККД передачі.

Потужність електродвигуна N розраховується з коефіцієнтом запасу $k = 1,5$.

Приймаємо електродвигун потужністю $N = 2,5 \text{ кВт}$ з кількістю обертів $n = 950 \text{ об/хв}$.

Для забезпечення нормальних метрологічних умов згідно зі СНиП 2.04.05 – 91 передбачені наступні заходи:

- механізація і автоматизація важких і трудомістких робіт;
- пристрій захисту екранів, що захищають робочі місця від теплового випромінювання;
- система припливно-витяжної та змішаної, а також комбінованої вентиляції;
- біля входу в цех передбачено пристрій повітряно-теплових завіс, для

					ЛН71мп.703723.001ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		76

попередження від переохолодження в зимовий час.

Параметри мікроклімату контролюються на початку, в кінці та в середині теплового та холодного періодів року, а також на початку, в середині і в кінці зміни.

Для забезпечення безпеки робітників видалення шкідливостей супроводжується подальшим очищенням повітря.

Температура повітря в робочій зоні, вміст шкідливих домішок для забезпечення безпеки відповідає вимогам ДСН 3.3.6.042-99 «Державні санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень», які наведені в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Параметри метеорологічних умов згідно ДСН 3.3.6.037-99.

Параметри	Допустимі		Фактичні	
	теплий	холодний	теплий	холодний
Температура $t^{\circ}\text{C}$	20-24	17-24	20-23	18-22
Відносна вологість $W, \%$	До 75	До 75	40-70	До 75
Швидкість руху повітря $V, \text{м/с}$	0,3	0,2	0,3	0,2

Умови повітря робочої зони забезпечуються завдяки вищеперерахованим заходам, що відповідає ДСН 3.3.6.042-99.

5.7 Надзвичайні ситуації

Підчас виробництва плит з полістиролу, при 423 К починають виділятися такі шкідливі речовини: етилен, бутілен, толуол, етилбензол, бутиловий та метиловий спирти, оксид вуглецю. Тому хімічний склад повітря має відповідати ГОСТ 12.1.005–88/98.

1) Полістирол не є вибухонебезпечним матеріалом, відноситься до горючих матеріалів, тому технологічний процес виробництва композиційних листів відноситься до категорії В (НАПБ Б.07.005-86), згідно ОНТП24–86. Клас

					ЛН71мп.703723.001ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		77

зони – 2 (ПУЕ) (зони, розташовані в приміщеннях, в яких звертаються тверді горючі речовини). Цех, в якому знаходиться лінія по виробництву спіненого полістиролу, будується з використанням негорючих матеріалів (бетона, залізобетона), тому стійкість споруди за СНиП 2.01.02–85 відповідає ступеню вогнестійкості II.

2) Серед причин, що можуть викликати загорання, найбільш імовірними є такі:

- несправність електроустаткування;
- струми короткого замикання і навантаження кабелів живлення;
- загорання ізоляції електропроводки;
- використання вогню в неналежному місці.

Запобігання запалення забезпечується такими мірами:

- дотриманням технологічних норм і правил експлуатації;
- обмеження в застосуванні відкритого вогню;
- палінням тільки у відведених для цього місцях; - своєчасним проведенням інструктажу з техніки безпеки серед обслуговуючого персоналу;
- організацією агітації по протипожежній безпеці;
- наявністю засобів сигналізації, зокрема, системи електричної пожежної сигналізації (ЕПС) і засобів оперативного зв'язку з пожежною частиною;
- наявністю засобів пожежегасіння в безпосередній близькості від установки (пісок, ковдри, вогнегасники). На проектуваному виробництві можливі наступні джерела загорання: електричні іскри, розряди зарядів статичної електрики, прямий удар блискавки у виробниче приміщення, застат високіх потенціалів через наземні і підземні комунікації.

Для забезпечення вибухопожежної безпеки проектом передбачена система зв'язку й оповіщення, системи порошкового та пінного пожежогасіння, система протипожежного водопроводу, а також первинні засоби пожежогасіння.

До первинних засобів пожежогасіння відносяться: вогнегасники, пожежний інвентар (бочки з водою, пожежні відра, ящики з піском, совкові

					ЛН71мп.703723.001ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		78

лопати, протипожежні покривала) та пожежний інструмент (гаки, ломи, сокири).

Для гасіння пожежі служать вуглекислотні вогнегасники типу ВП–3(3) у кількості 9 штук, що розташовуються в цеху, біля ребойлерів, та повіртяних холодильників, які представляють загрозу вибуху.

Перша умова проти вибухового захисту – це недопускання утворення такої кількості вибухової суміші, що може спричинити вибух.

Для противибухового захисту передбачена аварійна вентиляція, $L > 8K$. Аварійні вентиляція вмикається автоматично при спрацюванні датчиків при досягненні 20% НКМВ в викидах 10% НКМВ.

Вогнегасники та пожежний інвентар мають червоне пофарбування, а бочки з водою та ящики з піском ще й відповідні написи білою фарбою. Пожежний інструмент фарбується в чорний колір. Бочки для зберігання води з метою пожежогасіння встановлюються у виробничому приміщенні. Такі бочки укомплектовані пожежним відром місткістю не менше 8л. Ящики з піском місткістю 0,5, 1,0 та 3,0 м³ та укомплектовані совковою лопатою. Протипожежні покривала, виготовлені з негорючого теплоізоляційного полотна, грубо бавовняної тканини мають не менше 2х1м та 2х2 м.

Протипожежний водопровід забезпечує роботу зрошувальних систем колонних апаратів і резервуарів з підключенням для пересувної пожежної техніки.

Для протипожежного захисту блоку колон передбачені стаціонарні установки пінного підшарового пожежогасіння та зрошувальні системи на усю висоту колонних апаратів. Для охолодження при пожежі резервуарів, що знаходяться поруч з місцем пожежі передбачені стаціонарні зрошувальні системи на усю висоту резервуарів і які складаються з двох півкілець, що дає змогу охолоджувати тільки ту частину резервуарів, яка нагрівається. Пожежогасіння в резервуарах здійснюється за допомогою стаціонарної установки пінного підшарового пожежогасіння.

В установках пожежогасіння порошкових закачних принцип дії закачних

					ЛН71мп.703723.001ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		79

порошкових вогнегасників поєднаний з принципом дії теплового замку, що використовувати використовувати САМ – 9 для протипожежного захисту об'єктів без участі людини для гасіння пожеж : класу А (горіння твердих речовин), класу В (горіння рідких речовин), класу С (горіння газоподібних речовин) згідно ГОСТ 27331–87, а також електроустановок, кабельних тунелів, під напругою до 1000 В. Установки можуть застосовуватися в якості автономного засобу пожежогасіння і самоспрацьовують при температурі 72°С. Для протипожежного захисту компресорної і насосної використовується система порошкового пожежегасіння – модулі порошкового пожежегасіння у вибухозахищеному виконанні, згідно ДБН В.2.5–13–98*.

Для гасіння невеликих ділянок загорання при виключеному та включеному (до 1000В) електроустаткуванні застосовують вуглекислотні вогнегасники ОУ–5 (2 шт.) та порошкові ОП–10 (2 шт.). Як стаціонарні засоби пожежогасіння встановлені самоспрацьовуючі вогнегасники САМ–9 (25 ШТ).

При пожежі в приміщенні знаходяться два еваковиходи (двері) розміром 2,5х1,3м, що розташовані на відстані 16 та 28м від установок. На рисунку 5.4 зображен план евакуації з приміщення.

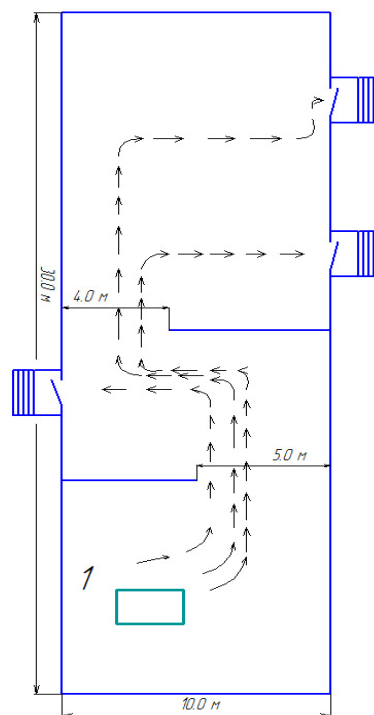


Рисунок 5.4 – План евакуації

					ЛН71м. 703723.001ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		80

Відстані до пожежних евакуиходів – 16м, кількість виходів – 2. Ширина прорізу для дверей евакуиходів – 2,5м. Відповідно до СніП 2.09.02–85 кількість виходів – не менше двох. Ширина дверей евакуаційного виходу – 2 метри. Двері евакуаційного виходу відкриваються на зовні.

5.8 Безпека при експлуатації балонів

Балон повинен бути розрахований так, щоб напруження в стінках при гідравлічному випробуванні не перевищувало 90 % межі текучості для даної марки сталі.

Вимоги до сталених балонів малого і середнього об'ємів на робочий тиск $P_p < 19,6$ МПа регламентуються ГОСТ 949 – 73, а до сталених балонів великого об'єму для газів на $P_p < 25$ Мпа – ГОСТ 9731-79.

Робочий тиск P_p в балонах малого і середнього об'єму, МПа: з вуглецевої сталі – 9,8; 14,7; 19,6; з легированої сталі – 14,7; 19,6. Балони сталені безшовні більшого об'єму випускаються вмістом, л: 80; 100; 130; 160; 200; 320; 400; 500. Робочий тиск в них, МПа: 9,8; 14,7; 19,6; 24,5.

На верхній сферичній частині кожного балона повинні бути чітко нанесені клеймами наступні данні: товарний знак заводу-виробника; дата (місяць, рік) виготовлення (випробовування) і рік наступного випробовування; вид термообробки (N – нормалізація, V – закалювання з відпуском); робочий тиск (P) і пробне гідравлічне (II), МПа; об'єм балона, л; маса балона, кг; клеймо ОТК.

Міцність балонів перевіряють гідравлічним випробовуванням, а герметичність – пневматичним випробовуванням відповідно до вимог правил пристроїв і безпеки експлуатації посудин, працюючих під тиском.

Випробовування проводять пробним тиском, рівним $1,5 P_p$. Протяжність випробовувань повинна бути не меншою: 15 хв. – для балонів з P_p до 14,7 Мпа включно; 90 хв. – для балонів з P_p вище 19,6 МПа. При гідравлічних випробовуваннях не повинно бути течії або запотівання.

Випробовування балонів на герметичність проводять наповненням його

					ЛН71мп.703723.001ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		81

зтисненим повітрям до робочого тиску і зануренням в воду. При цьому балон не повинен пропускати повітря. Протяжність випробовування повинна бути не меншою 5 хв. Гарантійний термін експлуатації – 2 роки з дня введення балонів в експлуатацію.

Балони з газом, встановленні в приміщеннях, повинні знаходитись від радіаторів опалення і інших опалювальних приладів та печей на відстані не менше 1м, а від джерел тепла з відкритим вогнем – не менше 5 м.

Склади для збереження балонів, наповнених газами, будують одноповерховими з перекриттям легкого типу без горищних перекриттів. В кожному відділі склада дозволяється зберігати не більше 500 балонів (40 л) з горючими або ядовитим газами і не більше 1000 балонів (40 л) з не горючими і неядовитими газами. В складах повинні бути вивішені плакати, інструкції і правила по безпечному поводженню з балонами. Склади повинні бути обладнанні природною та механічною вентиляцією і негорючими перегородками. Наповнені балони повинні перевозитись на ресорному транспорті або автокарах в горизонтальному положенні з прокладками між балонами. Балони на час транспортування складаються вентилями в одну сторону. Робочі обслуговуючі балони, повинні бути навчені правилам поводження з ними і проінструктовані.

					ЛН71мп.703723.001ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		82

6 Рекомендації по виготовленню, монтажу, експлуатації та технічному обслуговуванню

Монтаж лінії повинен відбуватися в підготовленому для експлуатації приміщенні з температурою оточуючого середовища не менше +15 С.

Перевірити наявність підйомних механізмів які мають вантажопідйомність не менше 15т.

Зійснити доставку обладнання в упакованому вигляді (згідно до креслень заводу-виробника) на місце монтажу.

При розпаковуванні обладнання лінії потрібно дотримуватись застережних заходів щоб уникнути пошкодження складальних одиниць, контрольно-регулюючих пристроїв і пофарбованих поверхонь.

При знайдених пошкодженнях упаковки, знімається відповідальність з заводу-виробника за гарантія комплектності і справності обладнання, яке знаходиться в пошкодженій упаковці.

Стан лінії, її комплектність і готовність приміщення до монтажу фіксується актом і підтверджується головним інженером заводу-споживача.

Перевірити комплектність упаковки у відповідності з переліком.

Провести розпаковку обладнання у відповідності з вимогами ГОСТ 9.014–78.

Проводячи розпаковування і розконсервацію, дотримуватися обережності, щоб не пошкодити апаратуру і фарбування.

Перед монтуванням обладнання необхідно ознайомитися з конструкцією лінії, схемами строповки вузлів і особливими вимогами до монтування, вказаними у паспорті.

При розробці проекту прив'язки замовнику і проектній організації необхідно забезпечити приведені в технічному завданні вимоги по забезпеченню класу зони приміщення по ПУЕ, санітарних норм і правил безпеки.

					ЛН71мп.703723.001ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		83

6.1 Монтаж

Монтаж обладнання проводити при наявності акта готовності фундаменту і акта завершення будівельних робіт.

При монтуванні обладнання дотримуватись положень ГОСТ 24444–87, а також правилам техніки безпеки і промислової санітарії.

Лінія повинна монтуватися на першому поверсі чи на міжповерховому перекритті, яке допускає навантаження, що відповідає масі лінії.

План розташування колон під фундаментні болти, а також інші вказівки і рекомендації по розташуванню обладнання вказані на складальному кресленні лінії.

Строповку обладнання лінії при монтуванні необхідно виконувати відповідно за схемами строповки, яка наведена в паспорті. Під вертикальні гілки тросів необхідно підкладати дерев'яні бруски, щоб запобігти пошкодження кожуха, трубопроводів деталей, що виступають обладнання, яке підіймають.

При монтуванні лінії необхідно забезпечити:

1) паралельність рейкових шляхів в горизонтальній площині.

Відхилення від паралельності не більше 0,3 мм на довжині 1 м;

2) прямолінійність рейкових шляхів в горизонтальній площині.

Відхилення від прямолінійності не більше 1 мм на довжині 1 м;

3) горизонтальність осей екструдера двох черв'ячного і розплавлювача черв'ячного.

Відхилення від горизонтальності не більше 0,5 мм.

Регулювання положення рейкових направляючих і черв'ячних машин виконати установочними гвинтами до заливки фундаменту

При встановленні обладнання лінії на рейкових шляхах забезпечити:

1) паралельність щілини головки, відхилення від паралельності не більше 1 мм;

2) горизонтальність твірних середнього валка каландра гладильного,

					ЛН71мп.703723.001ПЗ	Арк.
						84
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

нижнього валка пристрою тягнучого і роликів рольгангу охолоджуючого.

Відхилення від горизонтальності не більше 2 мм;

3) плоско-паралельність роликів рольганга відносно спільної дотичної площини. Допуск плоско-паралельності – 2 мм на всій довжині рольганга;

4) несиметричність штабельора відносно осі направляючих рейок, не більше 3 мм.

Пристрої, встановлені на рейковому шляху, повинні бути встановлені упори для коліс, передбачені на цих пристроях.

Підливку екструдера черв'ячного бетоном, при установці його на фундаменті, виконувати після монтування розплавлювача, головки.

Підвід комунікацій (електрокабелів, повітря, теплоносія) до каландру виконувати з урахуванням можливості переміщення каландру по направляючих рейках при обслуговуванні головки на довжині не менше 700мм і при демонтуванні черв'яка на довжину не менше 3000мм.

Витяжну вентиляцію, яка включає установку зонта над головою, виготовлення і установку повітроводів, забезпечує замовник.

Комплект пристроїв управління встановлюється замовником на місці, зручному для обслуговування.

При прокладанні електрокабелів від візка від каландра гладильного, пристроїв охолоджуючого і тягнучого до клемної коробки передбачити запас проводів і рукавів для теплоносія на їх переміщення на відстань 800мм.

Обладнання повинно бути занулено в співвідношенні з вимогами ПУЕ.

Опір ланцюга захисту не повинен перевищувати 0,1 Ом.

Зовнішні комунікації води, повітря, теплоносія від станцій до обладнання, які виконує замовник при монтуванні лінії згідно до проекту, обладнання не повинні ускладнювати підходи до обладнання і утворювати незручність при експлуатації та ремонті лінії. Трубопроводи для підводу теплоносія до валків каландра гладильного і екструдера, пристрої охолоджуючі повинні бути розташовані в лотках і закриті жорсткими щитами на рівні з підлогою.

Електромонтажні роботи по монтуванні комплекту пристроїв управління

					ЛН71мп.703723.001ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		85

повинні проводитися у співвідношенні з вимогами СНіП 3.05.07–85, СНіП3.01.01–85, СНіП III–3–81, СНіП III–4–80.

Електромонтажні роботи виконуються у відповідності з робочою документацією, яка виконується організацією, яка здійснює проектну прив'язку обладнання на промислових майданчиках замовника.

Монтажні роботи, які пов'язані з електрообладнанням, проводяться спеціалізованою електромонтажною організацією, яка залучається безпосередньо споживачем лінії, чи основною підрядною будівною організацією, яка очолює будівництво об'єкту споживача лінії.

Електромонтажна організація веде роботи у відповідності з розробленим нею планом виробництва електромонтажних робіт (ППР) на основі робочої документації.

До початку монтажу комплекту пристроїв управління в приміщенні повинні бути виконані будівельні роботи, передбачені проектом прив'язки.

У співвідношенні з архітектурно-будівними кресленнями повинні бути:

- нанесені розміточні вісі і робочі висотні відмітки;
- встановлені закладні конструкції під щити, шафи, пульти і т.п.;
- виконані канали, тунелі, ніші, штроби, закладні труби для прихованої проводки, отвори для проходу трубних і електричних проводок з установкою в них коробів, гільз, патрубків, обрамлень і інших закладних конструкцій;
- залишені монтажні отвори.

У виробничих приміщеннях в місцях, передбачених для монтажу пристроїв автоматизації, повинні бути завершені будівельні роботи, розібрані опалубки, будівельні ліса, а також прибране сміття.

Приміщення повинно бути обладнано опаленням, вентиляцією, освітленням, повинно мати скляні вікна і дверні полотна.

В приміщенні повинна підтримуватися температура повітря не менше 423К.

Після завершення монтування оформляється акт готовності лінії до пусконаладжувальних робіт.

					<i>ЛН71мп.703723.001ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		86

6.2 Підготовка лінії до роботи і порядок роботи

Для підготовки лінії до роботи споживачу рекомендовано залучити регіональну спеціалізовану пусконаладжувальну організацію.

Налагодження необхідно проводити у відповідності з робочою документацією на лінію і комплектуючі деталі.

Пусконаладжувальні роботи закінчуються оформленням протоколів налагодження обладнання і актом здачі лінії в експлуатацію.

Підготовка до роботи екструдера черв'ячного ЧП90х30 і черв'ячного розплавлювача.

Перевірити по маслопоказнику наявність масла в редукторах, при необхідності долити масло.

Перевірити стан екструдера і розплавлювача візуальним контролем, прокрутити черв'ячний екструдер вручну на три-чотири оберти черв'яка, пересвідчитися в плавності обертання черв'яка.

Виконати обкатку екструдера і розплавлювача на холостому ході протягом однієї години, завантажуючи в горловини воронок графітове мастило, частота обертання черв'яків не більше 25 об/хв.

Перевірити систему охолодження екструдера.

Переконалися у відсутності сторонніх предметів в горловинах завантажувальних воронок екструдера і розплавлювача.

Залити масло в редуктори машин і пристроїв, масло розпилювачі пневмо систем, перевірити наявність змащування в усіх вузлах лінії згідно з таблицею змащування, приведеної в паспорті. Змащування комплектуючих виробів виконувати згідно паспортам відповідних комплектуючих деталей.

Перевірити роботу систем змащування редукторів і упорних підшипників екструдера і розплавлювача. Масло повинно рівномірно подаватися в усі точки змащування. Підвести до станції регулювання температури валків каландра, системам екструдера і розплавлювача, вакуумній установці технічну воду, яка повинна бути очищена від механічних домішок і задовольняти наступним

					ЛН71мп.703723.001ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		87

вимогам:

- допустима концентрація зважених речовин (розмірами не більше 0,05 мм), мг/л, не більше – 20;

- жорсткість загальна, мг-екв/л, не більше – 7;

- величина водневого показника, рН, в межах - 7,8-8,5;

- тиск води, МПа, в межах – 0,2-0,4;

- температура, °С, в межах – 15-20;

Провести зарядження пневмо-гідроаккумулятора газоподібним азотом II сорту ГОСТ 9293-74 в наступній послідовності:

- з'єднати пристрій з балоном, заповненим азотом, зняти гайку і пробку з клапана аккумулятора і встановити на нього пристрій згідно зі схемою;

- встановити рукоятку гідро розподільвача Р2 в положення «розвантаження»;

- відкрити клапан пневмо-гідроаккумулятора, закручуючи накидну гайку Г;

- відкрити вентиль балона і зарядити пневмо-гідроаккумулятор АК на гідростанції до тиску 0,5+0,1 МПа (5+1 кгс/см²) ;

- закрити вентиль балону;

- від'єднати зарядний пристрій від аккумулятора й закрити клапан пробкою з накидною гайкою;

- від'єднати, при необхідності, пристрій від балону;

- рукоятку гідро розподільвача встановити у стан «Робота».

Зарядження пневмо-гідроаккумулятора проводити повільно щоб уникнути удару поршня о днище.

Тиск азоту контролювати по манометру, встановленому на пристрої.

Підвести стиснене повітря до пневмо системи обладнання лінії, забрудненість якого повинна бути не гірше 9 класу згідно ГОСТ 17433–80, для приладів теплового контролю і регулювання не гірше 1 класу.

Перевірити системи охолодження головних електродвигунів екструдера і розплавлювача.

					ЛН71мп.703723.001ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		88

Перевірити встановлення захисних кожухів, пристроїв для видалення шкідливих речовин, перевірити ізоляцію електрообладнання і проводки.

Перевірити встановлення і працездатність блокувань.

Виставити зазори між валками каландра в співвідношенні з товщиною рулонного матеріалу, відповідний зазор в формуючій головці, рівномірне, без зазору стиснення тягнучих валків пристрою тягнучого, для чого необхідно попередньо виставити рівномірний зазор між валками, а потім стиснути валки тягами, повернувши стяжні гайки на однакову кількість обертів.

Перевірити наявність електроенергії й значення її параметрів, необхідних для нормальної роботи лінії.

Перевірити відсутність сторонніх предметів частинах які обертаються пристроїв і механізмів і всередині всіх складальних одиниць лінії.

Монтаж електрообладнання, його заземлення, налагодження, випробування й запуск в експлуатацію – повинні бути виконані у відповідності з вимогами «Правил улаштування електрообладнання», «Правил технічної експлуатації електрообладнання споживачів і правил техніки безпеки при експлуатації електрообладнання споживачів», а також у відповідності з вказівками і вимогами, які містяться в супроводжувальній документації заводів-виробників покупних комплектуючих деталей (в інструкціях по монтажу, наладці і експлуатації, паспорта і т.п.).

Провести налагодження реле тисків РД1 і РД2 гідростанції гладильного каландра в наступній послідовності.

Переключити перемикач манометра ПМ1 на замір тиску в акумуляторі (за годинною стрілкою до упору при положенні наладчика зі сторони насосного агрегату) . Переключити розподільувач Р2 в положення «Робота», включити насос і зарядити гідроаккумулятор до 18 кгс/см^2 , розподільувач Р2 встановити в середнє положення («Відсічка»). Регулювальним гвинтом РД2 добитись спрацювання реле при даному тиску. Переключити розподільувач Р2 в положення «Розвантаження» і повернути в положення «Відсічка» при досягненні тиску 9 кгс/см^2 . Відрегулювати спрацювання РД1 при даному тиску.

					ЛН71мп.703723.001ПЗ	Арк.
						89
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Проведене регулювання повинне забезпечити включення пілота запобіжного клапану КП і утворення тиску зарядження при падінні тиску в акумуляторі до 9 кгс/см² і відключення пілота з переходом насоса на холостий хід при досягненні тиску в акумуляторі 18 кгс/см².

Порядок роботи.

Кількість обслуговуючого персоналу лінії 2 людини (уточнюється особливостями виробництва конкретного споживача).

Введення лінії в експлуатацію дозволяється тільки після повного закінчення всіх монтажних і налагоджувальних робіт при наявності актів ревізії електрообладнання і протоколу налагоджування.

Перед пуском необхідно впевнитися що:

- 1) обладнання лінії налагоджено;
- 2) місця змащування заправлені у відповідності зі схемами змащування;
- 3) відсутності сторонніх предметів в зоні обслуговування;
- 4) наявності і справності інструменту і протипожежних засобів;
- 5) перевірена робота приточної та витяжної вентиляції.

Перед пуском перевірити:

- 1) зовнішнім оглядом цілісність приладів і апаратів, встановлених в комплекті обладнання управління;
- 2) відповідність маркувань на схемі і в обладнанні управління;
- 3) відповідність даних паспортних табличок на обладнанні і на схемі.

Перевірити перед пуском всіх електродвигунів повертаючи частини вручну. При повертанні вручну за муфту приводів екструдера і розплавлювача упевнитися в легкості і плавності обертання черв'яків і кінематичних приводів без ривків і заїдань.

При умові плавного обертання черв'яків і плавності обертання передач в коробці розподільній і редукторі черв'ячного екструдера включити електропривод і обкатати черв'ячний екструдер вхолосту протягом двох годин, подаючи в зону завантаження графітне мастило, ГОСТ 3333–80. Теж саме зробити з розплавлювачем.

					ЛН71мп.703723.001ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		90

Обкатування вхолосту екструдера і розплавлювача проводити тільки при мінімальній частоті обертання (згідно технічної характеристики екструдера) і при обов'язковій наявності графітного мастила ГОСТ 3333–80 в циліндрі екструдера і розплавлювача.

Провести пуск інших складальних частин лінії на холостому ході. Тривалість роботи – 2 години.

При роботі лінії на холостому ході перевірити:

- 1) герметичність всіх елементів;
- 2) роботу системи мащення і системи охолодження (втрата масла і води не допускається);
- 3) плавність роботи вузлів лінії;
- 4) відсутність перегріву підшипників (температура нагріву зовнішніх корпусів підшипників не повинна бути більше 45°C;
- 5) відсутність непередбачених шумів (стук і скреготіння в зачепленні зубчатих пар); шум зубчатих пар допускається слабкий, рівний, без пульсації і скреготіння. Після обкатування на холостому ході черв'яки і циліндр екструдера і розплавлювача очистити і оглянути. Наявність рисок и подряпин не допускається. При виявленні їх необхідно усунути.

Перевіряється кріплення складальних одиниць і деталей. Всі дефекти і несправності, знайдені при обкатці на холостому ході, усуваються і лінія готується до роботи під навантаженням. Перед пуском лінії під навантаженням необхідно виконати наступні роботи: Включити систему контролю і регулювання температури зон екструдера, головки і розплавлювача зі шафи терморегулювання ШТ2 в наступній послідовності:

- 1) З допомогою вимикача (теплового автомата), важіль якого виведений на зовнішню поверхню бокової стінки шафи терморегулювання ШТ2, включити живлення від мережі 380 В, 50 Гц – загоряється сигнальна лампа «Мережа 380 В, 50 Гц включена». При цьому якщо в шафі включений вимикач живлення ланцюгів управління, повинна засвітитися сигнальна лампа «Ланцюги управління. Включено».

					ЛН71мп.703723.001ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		91

2)Тумблерами «Зона Х» по чергово для відповідних зон «Х» включити живлення регуляторів температури, встановити задане значення температури нагріву теплової зони і натисненням на вимикач «Зона Х» відповідної зони перевірити по міліамперметру «Індикатор струму нагрівачів» (однакові значення показників $\sim 0,7$ мА для всіх зон) роботу силових ланцюгів електро нагрівачів. Якщо стрілка міліамперметру не відхиляється від нульового значення, то необхідно в шафі включити вимикачі автоматичних ланцюгів живлення електро нагрівачів відповідних зон «Х».

Докладно про підготовку до роботи і порядок роботи з регулятором температури описано у вказівках по експлуатації мікропроцесорного регулятора МісРА 600.

Запустити систему теплової автоматики каландра гладильного зі шафи терморегулювання ШТЗ наступним чином:

1) За допомогою вимикача «Теплоавтоматика. Каландр», важіль якого виведений на зовнішню поверхню бокової стінки шафи терморегулювання ШТЗ, включити живлення від мережі 380 В, 50 Гц – загоряється сигнальна лампа «Мережа 380 В, 50 Гц включена». При цьому, якщо в шафі включений вимикач автоматичне живлення ланцюгів управління, повинна засвітитися сигнальна лампа «Ланцюги управління сигналізації включені» .

2) Тумблерами «Зона Х» по чергово для відповідних зон «Х» включити живлення регуляторів температури, установити задане значення температури нагріву теплової зони.

Для заповнення системи теплоносієм відкриваємо засувки на всмоктуючих і нагнітаючих трубопроводах насосів в кожній із зон В1-1...В1-3, В2-1...В2-3, В4-1...В4-3, В5, В6, В12, В13; засувки для випуску повітря із контурів циркуляції теплоносія і живлення В3-1..В3-3, В11; засувки на подачі охолоджуючої води в теплообмінник В9, В10. Переконалися в справності контурів охолодження циркуляційних насосів, візуально.

При повністю заповнених системах рівень теплоносія в баку повинен бути не нижче відмітки первинного перетворювача датчика-реле рівня.

					ЛН71мп.703723.001ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		92

Засувки ВЗ-1...ВЗ-3, В11 закриваються. Повітря із контурів випущено.

Перед запуском під навантаженням каландр повинен бути виведений на заданий температурний режим. Натисненням вимикача «Насос 4. Пуск» виконується запуск насоса обладнання підготовки теплоносія.

При роботі насоса повинна світитися сигнальна лампа «Підготовка теплоносія, насос включений». Аналогічно запуск насосів циркуляції теплоносія по каналам калібратора виконується з допомогою вимикачів «Валок верхній. Насос. Пуск», «Валок середній. Насос. Пуск», «Валок нижній. Насос. Пуск». При роботі насосів світяться відповідні сигнальні лампи.

При температурі теплоносія, який поступає в валки нижче заданого значення регуляторами: «Верхній валок. Подача теплоносія», «Середній валок. Подача теплоносія» і «Нижній валок. Подача теплоносія» виконується включенням живлення силових ланцюгів відповідних електро нагрівачів теплоносія.

При натисненні вимикача «Зона Х» з допомогою міліамперметра «Індикатор струму нагрівачів» перевіряється (показання $\sim 0,7$ мА для всіх зон) робота силових ланцюгів електро нагрівачів.

В процесі роботи температура валків постійно підтримується в заданих межах регуляторами подачі теплоносія.

Підігрітий до визначеної температури теплоносії циркулює в контурах зон валків. При досягненні температури теплоносія заданого значення регулятори подачі теплоносія, нагрівачі к мережі не підключають.

При перевищенні температури теплоносія на виході з валків регулятори температури «Верхній валок. Злив теплоносія», «Середній валок. Злив теплоносія» і «Нижній валок. Злив теплоносія» дають команди через пневмо розподільвачі У1-1...У1-3 на відкриття клапанів КМ1-1...КМ1-3.

Гарячий теплоносії подається в підготовчий контур. Одночасно, через засувки В1-1...В1-3 в контур циркуляції поступає холодний теплоносії. Температура теплоносія, а значить і температура валків знижується. При пониженні температури нижче заданого значення регулятори дають команди на

					ЛН71мп.703723.001ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		93

закриття клапанів.

Таким чином, забезпечується підтримка заданої температури валків каландра.

Якщо тиск у контурах циркуляції збільшується, запобіжні клапани ПК1-1...ПК1-3 відводять зайвий теплоносій в живильний контур.

Теплоносій, циркулюючий в підготовчому контурі, постійно охолоджується холодною водою через теплообмінник Т01. При збільшенні тиску в контурі підготовки вище допустимого спрацьовує запобіжний клапан ПК2.

Подати воду на охолодження масла в картерах редуктора, і для охолодження завантажувальних воронки екструдера і розплавлювача.

Заповнити сировиною бункер розплавлювача, включаючи завантажувач. Заповнити полістиролом бункер дозатора. При необхідності, подати гаряче повітря для підігріву бункера.

Подати стиснене повітря для пневмо циліндрів (чи масло у випадку використання гідроприводу).

При досягненні заданих температур по всім тепловим зонам обладнання і витримці їх протягом не менше 0,5 години провести пуск лінії на малій частоті обертання.

Порядок включення механізмів лінії при пуску наступний:

- 1) електродвигуни вентиляторів приточної вентиляції, місцевої вентиляції, систем обдування головних електродвигунів приводів екструдера і розплавлювача;
- 2) масло насоси систем змащування екструдера і розплавлювача;
- 3) екструдер черв'ячний;
- 4) розплавлювач черв'ячний;
- 5) дозатор (після заповнення екструдера двох черв'ячного розплавом полімеру із розплавлювача);
- 6) пристрій тягнучий;

Здійснити дозовану подачу вихідної сировини. При появі сировини на

					ЛН71мп.703723.001ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		94

виході із головки працювати на викид до його нормального розподілення по ширині (при цьому може уточнюватися доза вихідної сировини – полімеру і композиційного наповнювача) і заправити його між валками і включити обрізку кромки.

Вивести лінію на робочу швидкість згідно з технологічним регламентом. При цьому підстроюються окружні швидкості валків і пристрою тягнучого.

Для зупинки лінії провести наступні операції:

- 1) зупинити подачу вихідної сировини, в циліндр екструдера і розплавлювача;
- 2) виробити всю сировину з екструдера і розплавлювача (до припинення виходу розплаву з головки);
- 3) виключити всі приводи механізмів лінії;
- 4) відключити все електрообладнання лінії;
- 5) відключити подачу стисненого повітря і води.

Для аварійної зупинки лінії передбачені аварійні кнопки, встановлені на центральному пульті управління, тягнучому пристрою, на пульті управління шафи Ш4 різкою і стопірковою листів.

Для нормальної роботи лінії необхідно використовувати для виробництва композиційних листів наступні вихідні матеріали:

- 1) гранульовані полімери екструзійного виду
- 2) може використовуватись супер концентрат барвника полімеру який перероблюємо згідно технології;

3) масове співвідношення вихідної сировини:

газ R22 – 7%;

тальк – 0,25%

полімер – 92,75%

Підготовка вихідної сировини до переробки на лінії в співвідношенні з вимогами технологічного регламенту забезпечується засобами споживача.

Допускається використання відходів, які отримують при виготовленні листів із композиційних термопластів. При цьому відходи повинні бути

					ЛН71мп.703723.001ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		95

подрібнені і подаватися в бункер дозатора.

Обладнання для подрібнення відходів в комплект поставки лінії не входить.

					ЛН71мп.703723.001ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		96

7 Рівень стандартизації та уніфікації

Конструкторська уніфікація сприяє раціональному скороченню витрат матеріалів і збільшенню випуску продукції на одиницю виробничої площі і обладнання. Під рівнем стандартизації та уніфікації виробу розуміється насиченість їх відповідно стандартизованими та уніфікованими частинами.

Рівень стандартизації та уніфікації характеризується коефіцієнтом застосовності по деталях, визначаємо за методикою [37], затверджений держ-стандартом України.

Рівень стандартизації та уніфікації для екструдера.

Коефіцієнт уніфікації по деталях:

$$K_y = \frac{N - N_0}{N} \cdot 100\% = \frac{1247 - 100}{1247} \cdot 100\% = 92 \%,$$

де $N = 1247$ – загальне число деталей в екструдері,

$N_0 = 100$ – число неуніфікованих деталей.

Коефіцієнт стандартизації по деталях:

$$K_c = \frac{N - N_0}{N} \cdot 100\% = \frac{1247 - 973}{1247} \cdot 100 = 22 \%,$$

де $N = 1247$ – загальне число деталей в вузлі,

$N_0 = 973$ – число стандартизованих деталей.

Рівень стандартизації та уніфікації для головки.

Коефіцієнт уніфікації по деталях:

$$K_y = \frac{N - N_0}{N} \cdot 100\% = \frac{54 - 14}{54} \cdot 100\% = 75 \%,$$

					ЛН71мп.703723.001ПЗ	Арк.
						97
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $N = 54$ – загальне число деталей в вузлі,

$N_0 = 14$ – число уніфікованих деталей.

Коефіцієнт стандартизації по деталях:

$$K_c = \frac{N - N_0}{N} \cdot 100\% = \frac{54 - 48}{54} \cdot 100 = 12\%,$$

де $N = 54$ – загальне число деталей в вузлі,

$N_0 = 48$ – число стандартизованих деталей.

Висновок. Коефіцієнти стандартизації та уніфікації відповідають реальним коефіцієнтам на виробництві.

					ЛН71мп.703723.001ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		98

8 Розроблення стартап проекту

8.1. Опис ідеї проекту

Хімічне машинобудування є однією із провідних галузей народного господарства України в сучасному машинобудуванні широко застосовується принцип агрегатування, тобто кожний із основних механізмів технологічної лінії виконують із максимально можливою функціональною незалежністю. Це дозволяє не тільки підвищити уніфікацію обладнання, а й створює умови для вчасної і швидкої модернізації лінії, заміни застарілих пристроїв і механізмів.

За останні роки до технологій і процесів хімічних виробництв пред'являється ряд нових вимог. В першу чергу ці виробництва повинні бути ресурсо- і енергозберігаючими.

В даному дипломному проекті розглядається лінія для виробництва листів з спіненого полістиролу, в якій розробляється черв'ячний розплавлювач ЧР90х30. Листи із спіненого полістиролу успішно використовуються в будівництві. В якості красивого і зносостійкого матеріалу широко використовуються для облицювання приміщень, меблів, легкових автомобілів і автобусів, тролейбусів, літаків. Область використання продукції лінії постійно розширюється.

Таблиця 8.1 – Опис ідеї стартап-проекту

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Вигоди для користувача
Конструкція екструдера з статичним змішувачем яка створена для підвищення якості продукції	Виготовлення екструдера з кращими характеристиками розплаву для застосування на підприємствах будівельної індустрії,, заводах по виробництву листів з XPS.	Усунення концентраційної неоднорідності пігменту
		Необхідна надійності використання обладнання
	Інженерні прслуги (розробка та модернізація обладнання)	Кращі механічні властивості та естетичний вигляд готового виробу
		Звернувшись до нас клієнт отримує розробку або модернізацію обладнання в короткі терміни, високої якості за більш низькою ціною

На даний момент вже розроблена модернізація існуючого обладнання (модернізація установки виробництва спіненого полістиролу). Ми гарантуємо ефективність нововведеної модернізації та її швидку окупність внаслідок збільшення енергоефективності, покращенні основних показників продукції, що виробляється тощо. Проект включає в себе створення технічної документації, креслень застосуванням систем комп'ютерного проектування. Також проект передбачає допомогу в впровадженні інновацій, вирішення проблем, що виникають на виробництві, організацію процесу та забезпечення всіма необхідними довідковими матеріалами, налагодження нового обладнання, його автоматизацію, підготовку персоналу для роботи з ним та допомогу при виникненні проблем з впровадженими інноваціями в обладнанні [38].

Корисна модель належить до техніки переробки спіненого полістиролу, являє собою конструкцію екструдера з статичним змішуючим елементом і може бути використана в екструдері лінії виробництва листа з спіненого полістиролу.

Статичний змішуючий елемент представлений у вигляді циліндричної насадки з бронзи, що містить повздовжні отвори.

Проведено аналіз потенційних техніко-економічних переваг ідеї порівняно із пропозиціями конкурентів:

- визначено перелік техніко-економічних властивостей та характеристик ідеї, а саме: зменшення габаритів апарату, більша вартість даного обладнання та універсальність за рахунок заміни формуючого пристрою, інтенсифікація процесу за рахунок покращеної гідродинаміки.
- визначено попереднє коло конкурентів (проектів-конкурентів) або товарів-замінників чи товарів-аналогів, що вже існують на ринку, та проведено збір інформації щодо значень техніко-економічних показників для ідеї власного проекту та проектів-конкурентів відповідно до визначеного вище переліку Це такі компанії як «AGROTORG», «Укрпромсоюз» та «Полімерсервіс» і попередньо оцінюється за вартістю, габаритними розмірами, продуктивністю,

					ЛН71мп.703723.001ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		100

та кількістю бракованої продукції. На даний момент субститутів як таких не існує.

- проведено порівняльний аналіз показників: для власної ідеї визначено показники, що мають а) гірші значення (W, слабкі); б) аналогічні (N, нейтральні); в) кращі значення (S, сильні), наведено в таблиці 8.2.

Таблиця 8.2 – Визначення сильних, слабких та нейтральних характеристик ідеї проекту

Техніко-економічні характеристики ідеї	(потенційні) товари/концепції конкурентів				W (слабка сторона)	N (нейтральна сторона)	S (сильна сторона)
	Мій проект	Полімерсервіс	«AGRO-TORG»,	Extru-Tech			
Вартість екструдера, грн	1345404	1103030	1420460	990000	–	+	–
Енергозатрати теплоносія, кг/с	7	13	10	14	–	–	+
Продуктивність, кг/год	400	400	180	240	–	+	–
Вихід бракованої продукції, кг/год	3,1	3,2	4,3	2,1	–	+	–
Питома енергоємність, кВт/кг	142	159	150	173	–	–	+

Основною перевагою над конкурентами є: гарантоване отримання більш високих результатів за короткий термін роботи модернізації. Проект працює за трьома основними критеріями роботи – надійність, ефективність та якість виробленого продукту. Завдяки співпраці оновлене підприємство стане більш енергоефективним, підвищиться якість продукції, що виготовляється. Тобто підприємство стане більш конкурентоспроможним на ринку в Україні та світі.

					ЛН71мп.703723.001ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		101

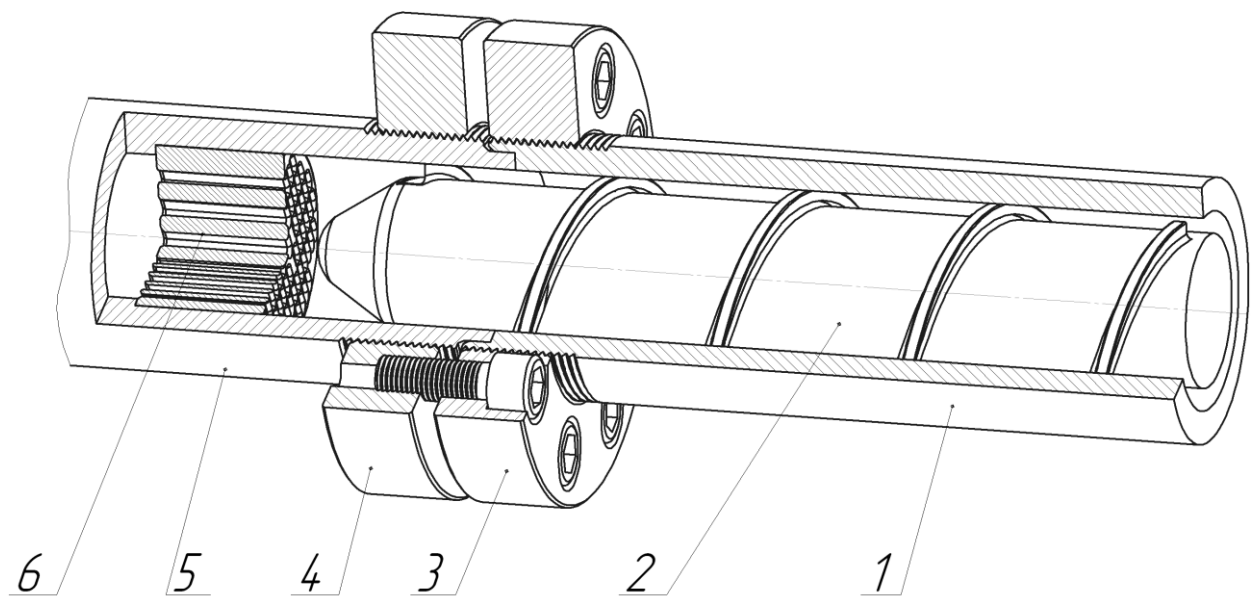
Також одним з основних напрямків діяльності проекту є: створення кращих робочих умов для працівників та їх безпеки при роботі [39].

8.2 Технологічний аудит ідеї проекту

Екструдер належить до обладнання переробки полімерів та пластичних мас, і може бути використаний при виготовленні плит з спіненого полістиролу.

Розроблення стартап-проекту проводимо згідно методики [40].

Конструкцію екструдера з статичним змішувачем наведено на рисунку. 5.1.



1-циліндричний корпус; 2-шнек; 3-фланець;
4-фланець; 5-корпус; 6-статичний змішувач;

Рисунок 8.1 – Екструдер з статичним
змішуючим елементом

В межах даного підрозділу проведено аудит технології, за допомогою якої можна реалізувати ідею проекту та наведено його у таблиці 8.3.

Таблиця 8.3 – Технологічна здійсненність ідеї проекту

№ п/п	Ідея проекту	Технології її реалізації	Наявність технологій	Доступність технологій
1	Створення однорідного за складом та температурою розплаву шляхом модернізації конструкції	Модернізована конструкція являє собою екструдер з змішуючим елементом	На даний момент відомо багато конструкцій екструдерів, однак процес екструзії можна зробити ефективнішим	Література для вивчення процесу екструзії представлена декількома авторами, для підвищення конкурентоспроможності потребує подальшого вивчення
2	Підвищення енергоефективності за рахунок обладнання конструкції статичним змішувачем	Модернізована технологічна лінія виробництва екструдерів	Наявні, відомі конструкції модернізуються	На ринку представлено багатьма виробниками полімерного обладнання

Обрана технологія реалізації ідеї проекту:

Нова конструкція екструдера, яка дозволить отримати рівномірний за лінійною швидкістю екструдат і зменшить брак, пов'язаний з геометричними розмірами листа.

За результатами аналізу видно, що можливості технологічної реалізації проекту, а також технологічного шляху, яким це доцільно зробити – є можливим. За рахунок великим асортиментом комплектуючих, устаткування, послуг, також наявним доступом до нових технологій.

					ЛН71мп.703723.001ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		103

8.3 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту

Визначено ринкові можливості, які можна застосувати під час ринкового впровадження проекту, та ринкових загроз, які можуть завадити реалізації проекту, дозволяє спланувати напрями розвитку проекту із урахуванням стану ринкового середовища, потреб потенційних клієнтів та пропозицій проектів–конкурентів [41].

Спочатку проведено аналіз попиту: наявність попиту, обсяг, динаміка розвитку ринку (таблиця 8.4).

Зростання обсягів виробництва до 2008 року. Ця ситуація на ринку виготовлення та продажу екструдерів пояснюється тим, що в країні постійно збільшувалася кількість підприємств та споживачів яким потрібні екструдери для різних потреб [42].

Падіння обсягів виробництва апаратів в 2009-2011 роках. На нашу думку на даний момент виробництво екструзійних апаратів в Україні знаходиться на етапі насичення та стабільності. Це пов'язано, насамперед із тим, що наша продукція користується попитом у багатьох галузях промисловості нашої державі. Ця продукція є завжди актуальною, завдяки її ефективності використання і постійній модернізації, тому вона має гарне фінансування. Статистика показує, що попит на дану продукцію є доволі стабільним як в нашій країні, так і за її межами.

Основні виробники екструзійного обладнання в Україні: Торгівельний дім Аллтан, «AGROTORG», Полімерсервіс.

У Світі: Корпорація «Extru-Tech» (Росія), Корпорація «Енерго Дизайн» (Росія), Корпорація «Europages» (США), Корпорація «Patriot-nrg» (США), Корпорація «Kelvion» (США).

В таблиці 8.4 наведено попередні характеристики потенційного ринку стартап-проекту.

Таблиця 8.4 – Попередня характеристика потенційного ринку стартап-проекту

					ЛН71мп.703723.001ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		104

Показники стану ринку (найменування)	Характеристика
Кількість основних гравців, од	4
Загальний обсяг продаж, грн/ум. од	800
Динаміка ринку (якісна оцінка)	Зростає
Наявність обмежень для входу (вказати характер обмежень)	Масштабність
Специфічні вимоги до стандартизації та сертифікації	ДСТУ, ГОСТ, ISO.
Середня норма рентабельності в галузі (або по ринку), %	60

За результатами аналізу таблиці робимо висновок, що ринок є привабливим для входження за попереднім оцінюванням.

Надалі визначаємо потенційні групи клієнтів, їх характеристики, та формуємо орієнтовний перелік вимог до товару для кожної групи (таблиця 8.5) [43].

Таблиця 8.5 – Характеристика потенційних клієнтів стартап-проекту

Потреба, що формує ринок	Цільова аудиторія (цільові сегменти ринку)	Відмінності у поведінці різних потенційних цільових груп клієнтів	Вимоги споживачів до товару
Потреба в комплектуючих для екструзійного обладнання, потреба в підвищенні продуктивності апаратів.	Компанії, що виготовляють екструзійні апарати, машинобудівельні компанії тощо.	ДСТУ, ГОСТ, ISO	- до продукції: якісні апарати та відповідність всім нормативам, щодо міцності, надійності; - до компанії-постачальника: якість постачання, швидкість, доступність.

Проводимо аналіз ринкового середовища: складаємо таблиці факторів, що сприяють ринковому впровадженню проекту, та факторів, що йому

					ЛН71мп.703723.001ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		105

заважають (таблиці 8.6, 8.7). Фактори в таблиці подавати в порядку зменшення цінності.

Фактори поділяються на внутрішньо маркетингові середовище та зовнішньо маркетингові середовище. До внутрішньо маркетингових факторів відносяться власний капітал стартап проекту, інтелектуальні ресурси, технологічні ресурси, матеріальні, місцезнаходження. До зовнішньо маркетингового середовища стартап проекту відносяться природні, політико–правові, соціально–культурні, економічні, науково–технічні і демографічного середовища.

Фактори загроз вносимо до таблиці 8.6.

Таблиця 8.6 – Фактори загроз

Фактор	Зміст загрози	Можлива реакція компанії
Зсув стратегічного курсу країни з промислового сектору в агропромисловість	Зменшення кількості клієнтів в Україні	Шукати клієнтів у агросекторі. Шукати клієнтів закордоном Для українських клієнтів підкреслювати енергоефективність. Відповідність вимогам законодавства України та країн з якими ведеться співпраця.
Нестабільна конфліктна ситуація в Україні на Сході	Може вплинути на працездатність проекту, купівлю/продаж товару, або ресурсу необхідного для товару	Зміна напрямків імпорту/експорту
«Закон України про підприємницьку діяльність» .	Недостатня підтримка державою нових підприємців.	
«Закони України про ліцензування певних видів господарської діяльності».	Дорого вартісні ліцензії, заборона на діяльність без ліцензії.	Заміна виду діяльності на вигіднішу в плані ліцензювання

Продовження таблиці 8.6.

Економічні: інфляція, підвищення цін на матеріали	Впливає на купівлю/продаж товару, або ресурсу необхідного для товару	Підвищення ціни на продукт
Соціально- культурні: «Консервативність споживачів до запровадження інновацій».	Небажання споживачів купувати нове обладнання	Пропонувати споживачам замість купівлі нового обладнання модернізацію їх виробництва за допомогою наших послуг

Таблиця 8.7 – Фактори можливостей

Фактор	Зміст можливості	Можлива реакція компанії
Науково-технічні Зміна технології виготовлення обладнання	Поява нової технології виробництва екструдерів.	Розробка нового обладнання та конструкцій екструдерів. Впровадження даної технології та декларування власної ціни на дану пропозицію.
Демографічні: Розвиток машинобудівної галузі	Збільшення населення, покращується попит на продукцію	Збільшення числа потенційних клієнтів в майбутньому.
Високий потенціал компанії	Кваліфіковані, лояльні і добре мотивовані працівники як інструмент для досягнення конкурентних переваг	Оптимізація управління трудовими ресурсами; розробка методів, спрямованих на підвищення продуктивності праці

Надалі проводимо аналіз пропозиції: визначаються загальні риси конкуренції на ринку, отримані дані заносимо до таблиці 8.8.

Таблиця 8.8 – Ступеневий аналіз конкуренції на ринку

Особливості конкурентного середовища	В чому проявляється дана характеристика	Вплив на діяльність підприємства (можливі дії компанії, щоб бути конкурентоспроможною)
1. Тип конкуренції: Монополістична	Товар кожної фірми, яка торгує на ринку, є недосконалим замінником товару, який реалізують інші фірми. Диференціація товарів створює можливість обмеженого впливу на ринкові ціни, так як багато споживачів зберігають прихильність до конкретної марки і фірми навіть при деякому підвищенні цін.	Компанія повинна робити ставку на основні відмінності своєї продукції (за якістю, економічністю, конкретними фізичними характеристиками). Велика кількість продавців виключає можливість змови, не дає особливо впливати на ринкові ціни.
2. За рівнем конкурентної боротьби: Національний	Менше компаній-конкурентів, за рахунок того, що іноземні компанії не конкурують з національними.	Першим кроком орієнтуватися та виходити на національний ринок, збирати зворотній зв'язок, проблеми та побажання. Охоплювати у співпраці максимальну кількість національних клієнтів, спілкуватися з ними особисто. Паралельно працювати над іміджем компанії.
3. За галузевою ознакою: Міжгалузева	Екструзійні апарати можна використовувати для різногалузевих виробництв та процесів.	Створення удосконаленого екструзійного обладнання, яке спрямоване на зниження енергозатрат.
4. Конкуренція за видами товарів: товарно-видова	Під час прийняття рішення про купівлю клієнт буде обирати кращу за властивостями, або за ступенем задоволення певних його потреб продукцію.	Підприємство орієнтоване на малий, середній та великий бізнес. І має можливість проектувати відповідне обладнання

Продовження таблиці 8.8.

5. За характером конкурентних переваг: цінова	За рахунок покращення з точки зору клієнта співвідношення ціна/якість підвищується конкурентоспроможність товару	Постійне спостереження та оцінка цінової політики на ринку. Регулювання ціни в комплексі з якістю товару. Просування товару методами, що використовують фактичні розрахунки переваг товару (у чисельному вигляді)
6. За інтенсивністю: марочна	Для вдалого просування, підвищення каналів збуту, кількості клієнтів та партнерів необхідно зарекомендувати себе, створити власне ім'я.	Створення логотипу, нанесення його (або назви) на продукт. Реклама в інтернеті. Збільшення кількості ділових контактів.

Після аналізу конкуренції проводимо більш детальний аналіз умов конкуренції в галузі за моделлю 5 сил М. Портера. Згідно цієї моделі розглядаємо 5 основних сил, які необхідно врахувати перед виходом на ринок, опис наведено в таблиці 8.9. [44]

Таблиця 8.9 – Аналіз конкуренції в галузі за М. Портером

	Прямі конкуренти в галузі	Потенційні конкуренти	Постачальники	Клієнти	Товари-замінники
Складові аналізу	Основні компанії, що виготовляють апарати для екструзії: AGROTORG «Енерго Дизайн», «Europages», «Patriot-nrg»	Основні бар'єри входження на ринок: ефект масштабу великих компаній, недостатність інвестицій, обмежена можливість науково-дослідницьких та досвідно-конструкторських	Існує загроза інтегрування постачальників в бізнес (відома подібна практика закордоном)	-не конкурентно спроможне обладнання -високі ціни на товари -не якісні послуги - без інноваційне	Інші фірми виробляють схожу продукцію. Але на даний момент аналогів по показникам продуктивності немає

Продовження таблиці 8.9.

Висновки:	Основна перевага – досвід, відоме ім'я. Але, за рахунок інновацій, тісного контакту з клієнтом можна заробити імідж та отримати клієнтів.	Можливість входу на ринок існує. Потенційними конкурентами можуть стати схожі підприємства-новатори.	Постачальники загалом не диктують умови. На даний момент існує велика низка можливих постачальників. Наш продукт є доволі адаптовним для видозмінених компонентів.	Диктують умови на ринку: якщо співвідношення ціна/якість буде не співмірним, можуть відмовитися від продукту, оскільки є з чого вибрати.	Мінімальне обмеження через товари-замінники.

Згідно отриманого аналізу конкуренції визначено, що важливим конкурентним рішенням є розвиток інновацій, тісний контакт з клієнтом, модернізації та створення нового обладнання.

На основі аналізу конкуренції, проведеного в таблиці 8.9, а також із урахуванням характеристик ідеї проекту (таблиця 8.2), вимог споживачів до товару (табл. 8) та факторів маркетингового середовища (таблиці 8.6, 8.7) визначається та обґрунтовується перелік факторів конкурентоспроможності [45].

Згідно отриманих результатів основним параметром конкурентоспроможності є якість обладнання для виробництва виробів різного призначення.

Таблиця 8.10 – Обґрунтування факторів конкурентоспроможності

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Обґрунтування (наведення чинників, що роблять фактор для порівняння конкурентних проектів значущим)
1.	Ціна	За рахунок зменшення енергозатрат – загальна вартість знижується.

Продовження таблиці 8.10.

2.	Технологія	Впровадження модернізованої конструкції екструдера не було застосовано в цьому напрямку раніше.
3.	Комплексний підхід	Ми надаємо комплекс послуг по розробці виготовленню і монтажу а також постачаємо комплектуючі по низьким цінам.
4.	Можливість виходу на закордонний ринок	Інноваційність технології дозволяє впроваджувати ці апарати не тільки на території України.
5.	Швидкість та якість виготовлення	Автоматизована лінія виробництва

За визначеними факторами конкурентоспроможності проводиться аналіз сильних та слабких сторін стартап-проекту.

Таблиця 8.11 – Порівняльний аналіз сильних та слабких сторін проекту

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Бали 1-20	Рейтинг товарів-конкурентів у порівнянні з проектом						
			-3	-2	-1	0	+1	+2	3
1.	Доступна ціна	5			□	△	◇		
2.	Інноваційність технології	10		△	◇			□	
3.	Енерго- та ресурсозбереження	5		△	□		◇		
4.	Можливість виходу на закордонний ринок	0		◇		□,△			
5.	Швидкість та якість виготовлення	16			□		◇		

* □ – «AGROTORG»

△ – «Europages»

◇ – «Patriot-nrg»

Сильні сторони проекту: інноваційність технології екструзійного обладнання; можливість виходу на закордонний ринок та енерго- та ресурсозбереження.

					ЛН71мп.703723.001ПЗ	Арк.
						111
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Слабкі сторони проекту: невеликий асортимент продукції, що виготовляється та ціна.

Складаємо SWOT-аналіз (матриці аналізу сильних (Strength), слабких (Weak) сторін, загроз (Troubles) та можливостей (Opportunities) на основі виділених ринкових загроз та можливостей, та сильних і слабких сторін (таблиця 8.10), та вносимо результати до таблиці 8.12.

Таблиця 8.12 – SWOT - аналіз стартап -проекту

Сильні сторони	Слабкі сторони
<ul style="list-style-type: none"> - Низька вартість впровадження проекту. - Високий інтелектуальний потенціал компанії - Інноваційність технології - Високий рівень енергозбереження та ресурсозбереження загалом - Адаптованість продукту на суміжні ринки - Можливість виходу на закордонний ринок - Перевага над конкурентним товаром за рахунок малокомпонентності, енергоефективності... - Підвищення продуктивності розробок за рахунок ефективної командної діяльності - Плідна співпраця з постачальниками на взаємовигідних умовах поступок 	<ul style="list-style-type: none"> - Невідоме «ім'я» підприємства - Невеликий асортимент продукції - Висока ціна впровадження проекту

Продовження таблиці 8.12

Можливості	Загрози
<ul style="list-style-type: none"> - Поява нової технології виробництва екструзійного обладнання. - Кваліфіковані, лояльні і добре мотивовані працівники як інструмент для досягнення конкурентних переваг 	<ul style="list-style-type: none"> - Поява інноваційного обладнання - Витіснення конкурентами компанії з ринку - Недостатнє фінансування, відсутність інвесторів - Недостатність клієнтів-підприємств, що можуть дозволити собі оновлення систем - Витіснення вітчизняного товару закордонним - Зміна населення. - Висока конкуренція на ринку - Зменшення кількості можливих постачальників в умовах кризи

Визначені альтернативи аналізуємо з точки зору строків та ймовірності отримання ресурсів, отримані дані вносимо до таблиці 8.13.

Таблиця 8.13 – Альтернативи ринкового впровадження стартап-проекту

№ п/п	Альтернатива (орієнтовний комплекс заходів) ринкової поведінки	Ймовірність отримання ресурсів	Строки реалізації
1.	Виготовлення модернізованих екструдерів, які можна застосовувати в різних галузях промисловості	Високий	10 місяців
2.	Модернізація вже застарілих екструзійних апаратів .	Достатня	9 місяців
3.	Обслуговування екструдерів	Достатня	1 рік

Після аналізу обираємо альтернативу виготовлення модернізованих екструдерів, які можна застосовувати в різних галузях промисловості.

					ЛН71мп.703723.001ПЗ	Арк.
						113
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Після аналізу обираємо альтернативу диференціації, що передбачає надання товару важливих з точки зору споживача відмінних властивостей, які роблять товар відмінним від товарів конкурентів.

5.4 Розроблення ринкової стратегії проекту

Розроблення ринкової стратегії першочергово передбачає визначення стратегії охоплення ринку: опис цільових груп потенційних споживачів (таблиця 8.14). Розроблення ринкової стратегії проекту проводимо згідно методикою наведеною в [46].

Таблиця 8.14 – Вибір цільових груп потенційних споживачів

№ п/п	Опис профілю цільової групи потенційних клієнтів	Готовність споживачів сприйняти продукт	Орієнтовний попит в межах цільової групи (сегменту)	Інтенсивність конкуренції в сегменті	Простота входу у сегмент
1.	Приватні компанії хімічної та нафтопереробної промисловості	Висока	Високий	Мала	Висока
2.	Державний сектор різних галузей промисловості	Середня	Середній	Висока	Середня
Які цільові групи обрано: Для здобуття іміджу та репутації компанії починати треба з приватних компаній хімічної та нафтопереробної промисловості, а в подальшому розповсюджувати свою діяльність і на державному рівні.					

За результатами аналізу потенційних груп споживачів (сегментів) обираємо приватні компанії хімічної та нафтопереробної промисловості і використовуємо стратегію концентрованого маркетингу.

Для роботи в обраних сегментах ринку необхідно сформулювати базову стратегію розвитку, яка наведена в таблиці 8.15.

Таблиця 8.15 – Визначення базової стратегії розвитку

№ п/п	Обрана альтернатива розвитку проекту	Стратегія охоплення ринку	Ключові конкурентоспроможні позиції відповідно до обраної альтернативи	Базова стратегія розвитку*
1.	Альтернатива диференціації	Диференційований маркетинг	Супровід обладнання, їх технічне обслуговування, навчання персоналу	Стратегія диференціації

Наступним кроком є вибір стратегії конкурентної поведінки (таблиця. 8.16).

Таблиця 8.16 – Визначення базової стратегії конкурентної поведінки

№ п/п	Чи є проект «першопрохідцем» на ринку?	Чи буде компанія шукати нових споживачів, або забирати існуючих у конкурентів?	Чи буде компанія копіювати основні характеристики товару конкурента, і які?	Стратегія конкурентної поведінки*
1.	Ні	Треба починати з клієнтів, не зациклених на відомому бренді, тих, хто готовий експериментувати.	Загальним для нашого товару і конкурентного є тільки основна ідея, а структура, компоненти, їх співвідношення є унікальними	Стратегія заняття конкурентної ніші

На основі вимог споживачів з обраних сегментів до постачальника (стартап-компанії) та до продукту, а також в залежності від обраної базової стратегії розвитку (таблиця 8.15) та стратегії конкурентної поведінки розробляється стратегія позиціонування (таблиця 8.16). що полягає у

формуванні ринкової позиції (комплексу асоціацій), за яким споживачі мають ідентифікувати торгівельну марку/проект.

Таблиця 8.17 – Визначення стратегії позиціонування

Вимоги до товару цільової аудиторії	Базова стратегія розвитку	Ключові конкурентоспроможні позиції власного стартап-проекту	Вибір асоціацій, які мають сформувати комплексну позицію власного проекту (три ключових)
1. Аргументована ціна. 2. Супроводження товару	Стратегія диференціації	1. Продукція вищої якості за конкурентну 2. Можливість економити на ресурсах 3. Програми лояльності за тривалі контракти 4. Технічна підтримка	1. Надійність 2. Тривалі контракти. 3. Програми лояльності.

8.5 Розроблення маркетингової програми стартап-проекту

Першим кроком є формування маркетингової концепції товару, який отримає споживач. Для цього у таблиці 8.18 підсумовуємо результати попереднього аналізу конкурентоспроможності товару.

Таблиця 8.18 – Визначення ключових переваг концепції потенційного товару.

№ п/п	Потреба	Вигода, яку пропонує товар	Ключові переваги перед конкурентами (існуючі або такі, що потрібно створити)
1.	Висока актуальність екструзійного обладнання у різних галузях	Збільшення чистого прибутку. Покращення якості продукту	- Високий рівень енергозбереження та ресурсозбереження - Адаптованість продукту суміжні ринки - Підвищення продуктивності процесу та якості товару

Продовження таблиці 8.18.

2.	Зменшення виходу бракованого матеріалу	Збільшення продуктивності	Інноваційна конструкція екструдера
3.	Зниження енергозатрат на виробництво	Зменшення ціни продукту	Інноваційна конструкція

Надалі розробляється трирівнева маркетингова модель товару: уточнюється ідея продукту та/або послуги, його фізичні складові, особливості процесу його надання (таблиця 8.19).

До основних техніко-економічних характеристик товару відносяться:

- Економічні – вартість обслуговування, експлуатації, утилізації, витратних матеріалів, ремонту, знижки;
- Призначення (технічні) – показники, що визначають головний напрямок використання товару та можливу сферу його застосування: класифікаційні показники, складу і структури, технічної досконалості;
- Надійності – здатність товару безвідмовно функціонувати: безвідмовність, довговічність, ремонтпридатність;
- Технологічні – можливість оптимізації витрат матеріалів, праці, коштів, часу під час технологічної підготовки виробництва, виготовлення та використання товару;
- Ергономічні – показники ступеню адаптованості технічних та конструктивних рішень виробу до біологічних властивостей людини та середовища використання товару: гігієнічні, антропометричні, фізіологічні та психологічні;
- Естетичні – оцінюють зовнішній вигляд товару;
- Транспортабельності – визначають пристосованість продукції до транспортування, підготовчих, початкових і кінцевих операцій перевезення;
- Екологічності – характеризують рівень негативного впливу на довкілля ;
- Безпеки – безпечності та нешкідливості споживання товару.

					ЛН71мп.703723.001ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		117

Формулюємо три рівні товару: товар за задумом, товар у реальному виконанні та товар із підкріпленням. Далі розглядаємо техніко-економічні характеристики кожного рівню товару, отримані дані вносимо до таблиці 8.19.

Таблиця 8.19 – Опис трьох рівнів моделі товару

Рівні товару	Сутність та складові		
I. Товар за задумом	покращення якості готового продукту – еструдера; зменшення витрат енергетичних, матеріальних та людських ресурсів на виробництво.		
	Вирішення проблем пов’язаних з виробництвом (випуск бракованої продукції, низька надійність обладнання тощо).		
II. Товар у реальному виконанні	Властивості/характеристики	М/Нм	Вр/Тх /Тл/Е/Ор
	Екструзійне обладнання, особливістю яких є використання модернізованих елементів. 1. Надійність 2. Енерго- та ресурсозбереження 3. Доступна ціна 4. Інноваційність технології	+/+	-/+/-/-
	Якість: стандарти, нормативи, параметри тестування міжнародні та вітчизняні стандарти ДСТУ, ISO, DIN та інші.		
	Пакування– відсутнє		
	Марка: назва організації-розробника + назва товару		
III. Товар із підкріпленням	До продажу : • програми лояльності при підписанні довготривалого контракту; • різні способи доставки; • різні способи оплати; • демонстрації та моделювання роботи		
	Після продажу: • встановлення; • обслуговування; • супровід; • навчання персоналу; • гарантія повернення грошей і обміну товару.		
За рахунок чого потенційний товар буде захищено від копіювання: буде розроблено патент на винахід, на кожному апараті буде фірмовий штамп.			

Після формування маркетингової моделі товару слід особливо відмітити – чим саме проект буде захищено від плагіату. Захист може бути організовано за рахунок захисту ідеї товару (захист інтелектуальної власності), або ноу-хау, чи комплексне поєднання властивостей і характеристик, закладене на другому та третьому рівнях товару.

Наступним кроком є визначення цінових меж, якими необхідно керуватись при встановленні ціни на потенційний товар (остаточне визначення ціни відбувається під час фінансово-економічного аналізу проекту), яке передбачає аналіз ціни на товари-аналоги або товари субституту, а також аналіз рівня доходів цільової групи споживачів (таблиця 5.20). Аналіз проводиться експертним методом.

Таблиця 8.20– Визначення меж встановлення ціни

№ п/п	Рівень цін на товари-замінники	Рівень цін на товари-аналоги	Рівень доходів цільової групи споживачів	Верхня та нижня межі встановлення ціни на товар/послугу
1.	1000000-1400000 грн.	900000-1500000 грн – ціни високі	Підприємства великі, середні та малі(цехи)	2000-5000 грн/1 консультація, в онлайні безкоштовно.
2.	Сама модернізація робиться коштом підприємства (клієнта) оплата йде тільки за обсяги роботи. 120 грн / година роботи	Розробка нового обладнання 200 грн/1 год	Дивлячись від розміру підприємства (клієнта) та обсягів виконання: 4000 -8000 грн/1 год (для всього колективу)	800 грн/1год (для всього колективу)

Наступним кроком є визначення оптимальної системи збуту, в межах якого приймається рішення (таблиця 8.21):

- проводити збут власними силами або залучати сторонніх посередників (власна або залучена система збуту);

					ЛН71мп.703723.001ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		119

- вибір та обґрунтування оптимальної глибини каналу збуту;
- вибір та обґрунтування виду посередників.

Таблиця 8.21 – Формування системи збуту

№ п/п	Специфіка закупівельної поведінки цільових клієнтів	Функції збуту, які має виконувати постачальник товару	Глибина каналу збуту	Оптимальна система збуту
1.	Клієнти хочуть на власні очі бачити обладнання та його тестування перед закупівлею, потребують доставки, встановлення, консультацій, супроводу	Гарантія Тестування Доставка Ремонт Допомога введення у експлуатацію Допомога при запуску	Нульовий рівень Наша компанія сама встановлює і проектує обладнання. До споживача доходить продукція з усіма необхідними компонентами.	Власна система збуту через інтернет і домовленість про подальшу співпрацю
2.	Консультування при виникненні питань та пропозицій	Виконання роботи та складання	Однорівневий	Через інтернет по телефону, відеоконференціях та на місці

Система збуту товарів - ключова ланка комерційної діяльності й свого роду фінішний комплекс у всій діяльності фірми по створенню, виробництву й доведенню товару до споживача. Власне, саме тут споживач або визнає, або не визнає всі зусилля підприємства корисними і потрібними для себе і, відповідно, купує або не купує її продукцію і послуги.

Останньою складовою маркетингової програми є розроблення концепції маркетингових комунікацій, що спирається на попередньо обрану основу для позиціонування, визначену специфіку поведінки клієнтів (таблиця 8.22).

Таблиця 8.22 – Концепція маркетингових комунікацій

№ п/п	Специфіка поведінки цільових клієнтів	Канали комунікацій, якими користуються цільові клієнти	Ключові позиції, обрані для позиціонування	Завдання рекламного повідомлення	Концепція рекламного звернення
1.	Розв'язок проблем в діяльності	Інтернет та соціальні мережі	Запевнення в швидкості та якості, створення партнерських стосунків з клієнтом.	Запевнити в швидкому розв'язку та відповідях на всі питання, що турбують.	«Довговічність і надійність»
2.	Пошук варіантів розвитку клієнта (покращення параметрів, зменшення затрат тощо).	Інтернет та соціальні мережі, реклама	Надання всієї інформації про Нас, надання гарантій та картки клієнта з подальшим сервісом.	Показати перелік наших послуг та надати інформацію для звернення.	«Все краще для вас»
3.	Бажання здійснити вигідну покупку, що буде актуальною тривалий час.	Інтернет та соціальні мережі, відеочати, реклама виставки та друкована продукція	Надання всієї інформації та гарантія на покупку.	Показати перелік наших послуг та надати інформацію для звернення.	«Краще не знайдете»

Результатом останнього пункту має стати ринкова (маркетингова) програма, що включає в себе концепції товару, збуту, просування та попередній аналіз можливостей ціноутворення, спирається на цінності та потреби потенційних клієнтів, конкурентні переваги ідеї, стан та динаміку ринкового середовища, в межах якого буде впроваджено проект, та відповідну обрану альтернативу ринкової поведінки.

8.6. Висновки

У проведеному аналізі було визначено стратегії збуту послуг, таких як: модернізація застарілих апаратів, виготовлення модернізованих екструдерів, обслуговування апаратів; та вплив основних факторів на попит послуг, які надаються нашим проектом. Та згідно отриманих даних у нашого проекту є:

- можливість ринкової комерціалізації проекту, динаміка ринку, рентабельність роботи на ринку;
- перспективи впровадження для потенційних груп клієнтів, таких як малі, середні підприємства, що займаються виготовленням екструдерів та суміжні підприємства;
- для ринкової реалізації проекту альтернативою впровадження доцільно обрати створення наукових семінарів та брати участь на виставках в даній сфері.

					ЛН71мп.703723.001ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		122

Висновки

В дипломному проекті було проведено модернізацію лінії виробництва спіненого полістиролу з розробкою екструдера та формуючого інструменту. Проведено опис лінії, підбрано екструдер та головку, обрано технічні характеристики, обґрунтовано обрані конструкції, проведено патентний пошук, розроблені заходи, щодо вимог охорони праці, проведено розрахунки, що підтверджують працездатність та надійність апаратів, частина розрахунків виконана у вигляді програм з описом методик розрахунків, подано рекомендації з монтажу та експлуатації, визначено очікувані техніко-економічні показники, оцінено рівень стандартизації та уніфікації розроблюваних апаратів, проведено розробку технологічного процесу виготовлення деталі (корпус підшипника) та схеми автоматичного керування технологічним процесом екструзії.

Проведено модернізацію конструкції екструдера лінії виробництва спіненого полістиролу. Модернізація полягає у встановленні статичного змішувача, який дозволяє отримати однорідний за складом та температурою розплав перед формуючим інструментом, а також забезпечити рівномірний за лінійною швидкістю екструдат після головки і зменшити долю браку, пов'язану з геометричними розмірами листа.

Запропановано методику розрахунку статичного змішувача. Результати опубліковано в статті.

Графічна частина складається з десяти креслень в перерахунку на формат А1. Виконані креслення схеми лінії виробництва листів з спіненого полістиролу, функціональна схема автоматизації, складальні креслення екструдера та головки. До складальних креслень складено специфікації.

За результатами роботи отримано деклараційний патент України на корисну модель статичного змішувача та опубліковано три тези доповідей на Всеукраїнських конференціях.

					ЛН71мп.703723.001ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		123

Выводы

В дипломном проекте была проведена модернизация линии производства вспененного полистирола с разработкой экструдера и формирующего инструмента. Проведено описание линии, подобрано экструдер и головку, выбраны технические характеристики, обоснованно выбраны конструкции, проведен патентный поиск, разработанные мероприятия по требованиям охраны труда, проведены расчеты, подтверждающие работоспособность и надежность аппаратов, часть расчетов выполнена в виде программ с описанием методик расчетов, даны рекомендации по монтажу и эксплуатации, определены ожидаемые технико-экономические показатели, оценен уровень стандартизации и унификации разрабатываемых аппаратов, проведена разработка технологии вания процесса изготовления детали (корпус подшипника) и схемы автоматического управления технологическим процессом экструзии.

Проведена модернизация конструкции экструдера линии производства вспененного полистирола. Модернизация заключается в установлении статического смесителя, который позволяет получить однородный по составу и температуре расплав перед формирующим инструментом, а также обеспечить равномерное по линейной скорости экструдат после головки и уменьшить долю брака, связанную с геометрическими размерами листа.

Предложены методика расчета статического смесителя. Результаты опубликованы в статье.

Графическая часть состоит из десяти чертежей в пересчете на формат А1. Выполнены чертежи схемы линии производства листов из вспененного полистирола, функциональная схема автоматизации, сборочные чертежи экструдера и головки. К сборочных чертежей составлены спецификации.

По результатам работы получено декларационный патент Украины на полезную модель статического смесителя и опубликовано три тезисы докладов на Всеукраинских конференциях.

					<i>ЛН71мп.703723.001ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		124

Conclusions

In master`s thesis, modernization of the production line of foamed polystyrene with the development of an extruder and a forming instrument was carried out. A description of the line was made, the extruder and the head were selected, the technical characteristics were selected, the selected designs were justified, the patent search was carried out, the measures were developed, the requirements of the labor protection, calculations were made that confirm the efficiency and reliability of the apparatus, part of the calculations was made in the form of programs with the description of calculation methods, recommendations for installation and operation were given, the expected technical and economic indicators were determined, the level of standardization and unification of the developed devices was estimated, technological development was carried out tech process of manufacturing parts (bearing housing) schemes and automatic process control extrusion.

Modernization of the structure of the extruder of the production line of foamed polystyrene has been carried out. The modernization consists in the installation of a static mixer, which allows to obtain uniformity in the composition and temperature of the melt before the molding tool, and also to provide a linear at the same rate of extrudate after the head and to reduce the fraction of the gap associated with the geometric dimensions of the sheet.

The method of calculating the static mixer is proposed. The results are published in an article.

The graphic part consists of ten drawings of A1 format. The drawings of the scheme of the production line of foamed polystyrene sheets, the functional scheme of automation, assembly drawings of the extruder and heads are executed. Specifications are compiled for assembly drawings.

Based om the results of the work, Ukraine's declarative patent for a useful model of static mixer has been received and three theses have been published at All-Ukrainian conferences.

					<i>ЛН71мн.703723.001ПЗ</i>	Арк.
						125
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перелік посилань

1. Виробництво обладнання по роботі з гумою, гідравлічні преси, вальцювальне обладнання, каландри, екструдери, змішувачі [Електронний ресурс] // best-china.ru : компанія "Чэнян" г. Циндао. URL: <http://best-china.ru/65> (дата звернення 02.10.2015).

2. Обладнання для гуми та платика [Електронний ресурс] // eqrub.com : компанія "Шуансян" г. Уси. URL: <http://eqrub.com/8.php> (дата звернення 02.10.2015).

3. Все о деревообрабатывающих станках и металлообрабатывающем оборудовании [Електронний ресурс] // <http://www.prostanki.com> : Кишенев. URL: <http://www.prostanki.com/board/item/16943> (дата звернення 02.10.2015).

4. Полимермашгруп [Електронний ресурс] // <http://www.polgroup.ru>: Китай. URL: http://www.polgroup.ru/ekstr_kon.html (дата звернення 02.10.2015).

5. Экструзионное оборудование из Европы [Електронний ресурс] // <http://www.z-plast.ru/>: Фирма «Куне». URL: http://www.z-plast.ru/kuhne/kuhne_flatfilm.php (дата звернення 02.10.2015).

6. НТП ЭкПо [Електронний ресурс] // <http://www.ekpo-mash.com.ua/>: НТП ЭкПо. URL: <http://www.ekpo-mash.com.ua/production/extruzion.html> (дата звернення 02.10.2015).

7. Компания "Чи-Лайн" [Електронний ресурс] // <http://chi-line.ru/>: Плоскощелевая фильера (головка) на экструдер. URL: <http://chi-line.ru/catalog-oborudovaniya/mould-extrusion-lines/ploskoshelevaja-golovka.html> (дата звернення 02.10.2015).

8. В.А. Бойчук, Н.С. Громаков. Коррозия и защита металлов: Методические указания для студентов первого курса дневной и заочной форм обучения / В.А. Бойчук, Н.С. Громаков: Казанский гос. архитектурно-строительный университет. Казань, 2005. 28с.]

9. ГОСТ 19282–73. Сталь низколегированная толстолистовая и широкополосная универсальная.

					ЛН71мп.703723.001ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		126

10. ГОСТ 9.306–85. Покрытия металлические и неметаллические неорганические. Обозначения.
11. ГОСТ 5632–72. Стали высоколегированные и сплавы коррозионностойкие, жаростойкие и жаропрочные.
12. ГОСТ 5949–75. Сталь сортовая и калиброванная коррозионно-стойкая, жаростойкая и жаропрочная. Технические условия.
13. ГОСТ 1050–88. Прокат сортовой, калиброванный, со специальной отделкой поверхности из углеродистой качественной конструкционной стали. Общие технические условия.
14. ГОСТ 28759.2–90. Фланцы сосудов и аппаратов стальные плоские приварные. Конструкция и размеры.
15. ГОСТ 4543–71. Прокат из легированной конструкционной стали. Технические условия.
16. ОСТ 92–0718–72. Болты с шестигранной головкой. Конструкция и размеры.
17. ОСТ 26–2091–93. Опоры горизонтальных аппаратов и сосудов. Конструкция.
18. ГОСТ 380–2005. Сталь углеродистая обыкновенного качества.
19. ОСТ 92–0742–72. Гайки шестигранные. Конструкция и размеры.
20. ГОСТ 22355–77. Шайбы класса точности С к высокопрочным болтам. Конструкция и размеры.
21. ОСТ 26.260.460–99. Бобышки, пробки и прокладки. Конструкция, размеры и общин технические требования.
22. ГОСТ 481–80. Паронит и прокладки из него. Технические условия.
23. Я.Г. Гоцький, Я.Г. Двойнос – Шнек екструдера для переробки полімерних матеріалів Заявка № u 2017 09630, Опубл.: 25.05.2018, Бюл. №10.
24. В.І. Сівецький, Д.Е. Сідоров, І.І. Івіцький, М.П. Турбал, О.Л. Сокольський – Шнек екструдера для переробки полімерних матеріалів. Заявка № u 2017 05681, Опубл.: 10.11.2017, Бюл. № 21.
25. Joe G. Brooks, Billy D. Gofordh – Extruder assembly for composite

					ЛН71мп.703723.001ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		127

materials Abstract: US5096406A. Date of patent: 27.02.2018.

26. Fisher Florian W. – Extruder incorporating planetary gear pump. Patent no.: EP 1 310 347 B1. Date of patent: 15.06.2017.

27. О.Л. Сокольський, І.О. Мікульонок, О.В. Омеляненко – Одночерв'яний екструдер. Заявка № у 2017 04609, Опубл.: 10.10.2017, Бюл. №19.

28. І.О. Мікульонок – Екструзійна головка. Заявка № у 2018 01194, Опубл.: 25.07.2018, Бюл.№ 14.

29. В.Ф. Олексієвець, Я.Г. Двойнос – Кільцева екструзійна головка. Заявка № у 2016 00461, Опубл.: 10.04.2017, Бюл.№ 7.

30. О.Л. Сокольський, В.І. Сівецький, О.Є. Колосов, О.М. Халімовський – Екструзійна головка. Заявка у 2017 09710, Опубл.: 26.02.2018, Бюл.№ 4.

31. Mark Jansson Kragh – Extrusion of profiles utilizing opposite rotating dies. Patent no.: ES 2018/0193891 A1. Date of patent: 4.07.2018.

32. Tronoplast technologies – Coextrusion mandrel for extrusion die. WO 2017/100934 A1. Date of patent: Jun. 22, 2017.

33. Л.Б. Радченко – Переробка термопластів методом екструзії. – К.: Київ, 1999. – 219с.

34. Червячные машины для переработки резиновых смесей и пластических мас. Ю.Е. Лукач, Д.Д. Рябинин. – М.: Машиностроение, 1967. – 364 с.

35. Н. И. Басов Ю. В. Казанков В.А. Любартович ”Расчёт и конструирование оборудования для производства и переработки полимерных материалов”: Учеб. Для вузов. – М.:Химия,1986. – 488 с.,ил.

36. Н.М. Беляев «Соппротивление материалов». Главная редакция физико-математической литературы изд-ва «Наука», 1976 г., стр. 608.

37. Хелпикс.Орг - Интернет помощник [Електронний ресурс] // <http://helpiks.org>: показники стандартизації та уніфікації. URL: <http://helpiks.org/1-2094.html> (дата звернення 05.12.2015).

38. Розроблення стартап-проекту [Електронний ресурс] : Методичні рекомендації до виконання розділу магістерських дисертацій для студентів

					ЛН71мп.703723.001ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		128

інженерних спеціальностей / За заг. ред. О.А. Гавриша. – Київ : НТУУ «КПІ», 2016. – 28 с.

39. Розроблення стартап-проекту [Електронний ресурс] : Методичні рекомендації до виконання розділу магістерських дисертацій для студентів інженерних спеціальностей / За заг. ред. О.А. Гавриша. – Київ : НТУУ «КПІ», 2016. – 28 с.

40. Форсайт економіки України: середньостроковий (2015–2020 роки) і довгостроковий (2020–2030 роки) часові горизонти / наук. керівник проекту акад. НАН України М. З. Згуровський // Міжнародна рада з науки (ICSU); Комітет із системного аналізу при Президії НАН України; Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»; Інститут прикладного системного аналізу НАН України і МОН України; Світовий центр даних з геоінформатики та сталого розвитку. — Київ : НТУУ «КПІ», 2015. — 136 с. ISBN 978-966-622-716-7.

41. Yudina N.V. Methods of the Startup-Project Developing Based on ‘the Four-Dimensional Thinking’ in Information Society // Marketing and Management of innovations. – 3’2017. – P.245-256.-DOI:10.21272/mmi.2017.3-23 Access mode : <http://mmi.fem.sumdu.edu.ua/journals/2017/3/245-256>.

42. Юдіна Н.В. Міждисциплінарні платформи стартап-проектів [Електронний ресурс] // Міждисциплінарні дискусії : Матеріали науково-теоретичного семінару «Міждисциплінарні дослідження: теоретико-методологічні виміри», 5 грудня 2017 р. – Київ, Київський національний університет імені Тараса Шевченка Інститут міжнародних відносин Навчально-науковий центр «Синтез». – 2017. – С. 20-24. - Режим доступу [http://mail.iir.edu.ua/uploads/files/tezi%20ceminar%20synthesis%205%2012%202017%20final%20\(1\).pdf](http://mail.iir.edu.ua/uploads/files/tezi%20ceminar%20synthesis%205%2012%202017%20final%20(1).pdf).

43. Юдіна Н. В. Визначення циклічних залежностей в економіці України на основі аналізу окремих макроекономічних показників. Економічний Вісник НТУУ «КПІ». №13(2016). <http://ev.fmm.kpi.ua/article/view/80084/75643>

44. Юдіна Н.В. Управління майбутнім на основі концепції інноваційного

					ЛН71мп.703723.001ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		129

розвитку // Антикризове управління економікою України: нові виклики. Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції (Київ, КНЕУ ім. В.Гетьмана, 15-17 грудня 2015 року). – 2015. - С. 124-127. – Режим доступа : http://futurolog.com.ua/blog_konferencia_kneu_2015_12_15.phtml.

45. Юдіна Н.В. Управління майбутнім на основі концепції інноваційного розвитку // Антикризове управління економікою України: нові виклики. Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції (Київ, КНЕУ ім. В.Гетьмана, 15-17 грудня 2015 року). – 2015. - С. 124-127. – Режим доступа : http://futurolog.com.ua/blog_konferencia_kneu_2015_12_15.phtml.

46. Юдіна Н. В. «Дорожня карта» підприємства у контексті футурології техногенної економіки. Традиції і інновації. [Електронний ресурс] / Н. В. Юдіна // Інновації та фундаментальні науки в умовах техногенної економіки : зб. матеріалів міждисциплінар. наук.-практ. конф., Київ, 25 листоп. 2016 р. / [уклад. Л. І. Юдіна]. – К., 2016. – Режим доступу : <http://futurolog.com.ua/publish/2/Zbirnyk.pdf#page=6>.

47. Основи охорони праці. В.Ц. Жидецький, В.С. Джигирей, О.В. Мельников. — Львів: Афіша, 1999.

48. К. Н. Ткачук, Д. Ф. Іванчук, Р. В. Сабарно, А.Г. Степанов. Справочник по охране труда на промышленных предприятиях—К.: Техніка, 1991

49. Обработка металлов резанием. Справочник технолога /Під ред. А.Г. Монахова. – М.: Машиностроение. 1974.

50. Расчет и конструирование машин и аппаратов химических производств: Примеры и задачи: Учеб.пособие для студентов втузов/ М. Ф. Михалев, Н. П. Третьяков, А. И. Мильченко, В. В. Зобнин. Под общ.ред. М. Ф. Михалева. Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1984. – 301 с., ил.

51. Косилова А.Г., Мещеряков Р.К., Калинин М.А. Точность обработки,заготовки и припуски в машиностроении: Справочник. – М.: Машиностроение, 1976. – 288 с.

					ЛН71мп.703723.001ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		130